

引用例 1 の写し

특 0136216

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

| | | |
|---|--|---------------------------|
| (51) Int. Cl. ⁸ B23H 1/00 | (11) 등록번호 (24) 등록일자 | 특0136216 1998년01월21일 |
| (21) 출원번호 | 특1994-014873 | (65) 공개번호 특1995-000277 |
| (22) 출원일자 | 1994년06월27일 | (43) 공개일자 1995년01월03일 |
| (73) 특허권자 | 미쓰비시덴키가부시키키가이샤 취체역 기타오카 다카시 일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2초메 2-3 | |
| (72) 발명자 | 마가라 다쿠치 일본국 나고야시 히가시구 아다미나미 5초메 1-14 미쓰비시덴키가부시키키가 이샤 나고야세이사쿠쇼 나미 | |
| (74) 대리인 | 정우훈, 박태경 | |
| 심사관 : 권영호 | | |
| (54) 가변정전용량과 가변인덕턴스를 이용한 방전가공장치 및 그 방법 | | |

요약

필스전원이 선택적으로 바이폴라필스를 갖은 방전가공장치는 피가공물의 갭(gap)을 형성하고 있는 전극에 접속되며 가공공정 및 마감공정의 두 공정을 마련함으로써 이루어진다.

마감공정에 있어서 가공간극에 접속된 고속가공급전선의 정전용량의 영향을 억제하기 위해 가공간극에 대한 전원의 전환 및 가공간극에서의 임피던스 정합을 함으로써 적정시간과 형상의 방전전류에 의해 정도 높은 가공을 할 수 있다.

계수가 2 인 등비급수치와 같은 소정치를 갖는 회로기판상의 케이블 또는 프린트기판의 패턴의 형태인 복수의 정전용량 또는 복수의 인덕턴스를 선택적으로 전환함으로써 임피던스정합을 얻을 수 있다.

도면

도 1

명세서

[발명의 명칭]

가변정전용량과 가변인덕턴스를 이용한 방전가공장치 및 그 방법

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 이 발명의 실시예 1 의 회로구성을 나타낸 도.

제 2 도는 이 발명의 실시예 1의 실제회로구성을 나타낸 도.

제 3a도와 제 3b 도는 이 발명의 실시예 1의 가공특성을 나타낸 도.

제 4a도와 제 4b도는 이 발명의 실시예 1의 급전선 접속부분의 한예를 나타낸 도.

제 5 도는 이 발명의 실시예 1의 급전선접속부분의 다른 예를 나타낸 도.

제 6 도는 이 발명의 실시예 1의 급전선접속부분의 또 다른 예를 나타낸 도.

제 7 도는 이 발명의 실시예 2의 와이어컷(wire cut)방전가공장치에 사용된 임피던스정합회로의 임피던스 제어회로를 나타낸 도.

제 8 도는 이 발명의 실시예 2의 형조(die-sinking)방전가공장치에 사용된 임피던스정합회로의 임피던스 제어회로를 나타낸 도.

제 9 도는 이 발명의 실시예 2의 임피던스정합회로의 한예를 나타낸 도.

제 10a 도와 제 10b도는 이 발명의 실시예 2 의 임피던스정합회로의 동작 설명도.

제 11a 도, 제 11b 도와 제 11c 도는 이 발명의 실시예 3의 임피던스정합회로의 한 구조예를 나타낸 도.

제 12 도는 이 발명의 실시예 3의 임피던스정합회로의 다른 구조예를 나타낸 도.

제 13 도는 이 발명의 실시예 3의 임피던스정합회로의 또 다른 구조예를 나타낸 도.

제 14 도는 이 발명의 실시예 4의 임피던스정합회로의 한 구조예를 나타낸 도.

제 15도는 이 발명의 실시예 5와 실시예 6의 회로구성을 나타낸 도.

- 제 16a 도, 제 16b 도와 제 16c 도는 이 발명의 실시예 5와 실시예 6의 전류파형을 나타낸 도.
 제 17 도는 이 발명의 실시예 5의 임피던스정합회로의 한 예를 나타낸 도.
 제 18 도는 이 발명의 실시예 5의 임피던스정합회로의 다른 예를 나타낸 도.
 제 19 도는 이 발명의 실시예 6의 임피던스정합회로의 한 예를 나타낸 도.
 제 20 도는 이 발명의 실시예 7과 실시예 8에 있어서의 회로구성을 나타낸 도.
 제 21a 도, 제 21b 도와 제 21c 도는 이 발명의 실시예 7과 실시예 8에 있어서의 전류파형을 나타낸 도.
 제 22 도는 이 발명의 실시예 7과 실시예 8에 있어서 다른 회로구성을 나타낸 도.
 제 23 도는 이 발명의 실시예 9에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 24 도는 이 발명의 실시예 10에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 25 도는 이 발명의 실시예 11에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 26 도는 이 발명의 실시예 12에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 27 도는 이 발명의 실시예 13에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 28 도는 이 발명의 실시예 14에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 29 도는 이 발명의 실시예 15에 있어서 회로구성을 나타낸 도.
 제 30 도는 이 발명의 실시예 16에 있어서 가변인덕턴스장치의 한 구성예를 나타낸 도.
 제 31 도는 이 발명의 실시예 16에 있어서 가변인덕턴스장치의 한 회로예를 나타낸 도.
 제 32 도는 이 발명의 실시예 17에 있어서 가변인덕턴스장치의 한 구성예를 나타낸 도.
 제 33 도는 종래의 방전가공장치의 회로구성도.
 제 34 도는 종래의 방전가공장치의 임피던스정합회로의 구조를 나타낸 도.
 제 35 도는 종래의 방전가공장치의 구조를 나타낸 도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- 11a : 교류고주파 가공전원, 12a : 임피던스정합회로,
 18 : 교류고주파 가공급전선, 3 : 부유정전용량,
 4 : 부유인덕턴스, 5 : 가공간극 정전용량,
 6 : 가공간극, 20 : 고속가공전원,
 19 : 고속가공 급전선, 21 : 부유정전용량,
 22 : 부유 정전용량, 13 : 결합콘덴서,
 14 : 코일, 15 : 콘덴서,
 30 : 피가공물, 31 : 와이어 전극,
 32 : 피가공물 크램핑지그, 33 : 평면판,
 34 : 와이어전극의 휘더, 35 : 자석,
 36 : 동단자, 37 : 유전체 노즐,
 38 : 급전 접속자, 11 : 교류고주파 가공전원,
 12 : 임피던스정합회로, 60 : 제어장치,
 65 : 축전장치, 63 : 연산장치,
 64 : 정합회로 제어장치, 61 : 축전장치,
 62 : 축전장치, 40 : 콘덴서,
 41 : 릴레이, 50 : 프린트회로기판,
 51 : 프린트 기판, 53 : 정전용량,
 54 : 릴레이, 55 : 프린트 패턴,
 56 : 프린트 패턴, 57 : 복수동축케이블
 58 : 더미단자, 70 : 직류 펄스전원,
 71 : 직류전원, 72 : 전류제한저항,
 73 : 스위칭소자, 74 : 가공간극정전용량,

101 : 콘덴서, 102 : 가변콘덴서,
 103 : 가변콘덴서, 104 : 코일,
 105 : 저항, 201 : 코일,
 202 : 코일, 203 : 가변콘덴서,
 80 : 바이폴라 펄스전원, 81 : 직류전원,
 82 : 직류제한저항, 83 : 직류제한저항,
 84 : 스위칭 소자, 85 : 스위칭소자,
 86 : 가공간극정전용량, 87 : 콘덴서방전부분,
 88 : 직류아크방전부분, 89 : 콘덴서방전부분,
 90 : 직류 아크방전부분.

[발명의 상세한 설명]

이 발명은 양질의 마감가공면을 제공하며 피가공물을 방전가공하는 방전가공방법 및 그의 장치에 관한 것으로, 특히 방전가공장치의 임피던스정합회로에 적용가능한, 정전용량가변장치 및 인덕턴스가변장치에 관한 것이다.

일반적으로 교류고주파에 의한 가공에서는 0V의 평균가공전압에서 전해작용에 의한 칩핑(chipping, 결락 현상)이 발생하지 않고 한개의 반파방전마다 극성이 변화되므로 그 방전마다 고품질의 가공면이 얻어지는 우수한 가공특성을 갖는 것은 알려져 있다.

예컨대 일본국 특개소 61-260915호 공보에는 1.0~5.0MHz의 교류고주파를 가공간극에 공급할 수 있는 방전가공용 전원이 공개되어 있다. 이 전원은 1000PF 또는 그 이하의 값이 되는 가공간극(전극, 피가공물 간)에 형성된 정전용량과 전류공급선에 존재하는 정전용량에 기인하는 부유정전용량을 감소시킬 수 있다. 그 결과, $1\mu\text{mRmax}$ 이하의 양질면이 얻어질 수 있다.

그러나 상기의 방전가공용 전원의 경우에는, 가공간극, 가공면적 등이 변동하거나 방전의 상태가 변화하는 경우, 가공간극의 임피던스가 크게 변화함으로써 출력이 크게 변동되어 가공이 불안정하며 재현성이 없다는 등의 문제가 발생한다.

한편 이러한 점을 해결하는 수단으로서, 일본국 특개평 1-240223호 공보에 이 교류전원과 가공간극 사이에 자동임피던스정합회로를 설치, 가공간극 거리 가공면적의 변화에 대해 임피던스를 자동조정하면서 피가공물을 가공하는 예가 공개되어 있다.

제 33 도는 상기와 같은 종래예의 구성을 나타낸 것이며, 1은 직류전원, 2는 전류제한용으로 설치된 저항기, 3은 전류공급선(feeder선) 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 전류공급선 및 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유인덕턴스, 5는 전극과 피가공물간에 형성된 가공간극정전용량, 6은 전극과 피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 7은 스위칭소자, 8은 스위칭소자(7)으로 구동하는 구동회로, 9는 회로내 스위칭소자(7)와 가공간극(6) 사이에 절렬로 설치된 결합콘덴서, 10은 스위칭소자(7)와 가공간극(6) 사이에 직렬로 설치된 결합코일, 11은 교류고주파가공용 전원, 12는 임피던스정합회로이다.

제 34 도는 종래의 자동임피던스정합회로(12)의 내부회로구성을 나타낸 것이며, 13은 결합콘덴서, 14는 코일, 15는 용량이 가변되는 가변콘덴서(바리콘), 16은 가변콘덴서(15)의 용량을 변화시키기 위한 모터 등의 액추에이터(actuator), 17은 액추에이터(16)를 구동제어하는 구동제어회로이다.

다음에 동작에 대하여 설명한다.

스위칭소자(7)는 ON·OFF 동작을 하도록 구동되며, 교류고주파가공용전원(11)의 출력으로서 교류고주파전압을 발생한다. 출력전압은 전류공급선을 통하여 자동임피던스정합회로(12)를 경유하여, 가공간극(6)에 가공전압으로서 공급되어 피가공물의 가공이 이루어진다.

일반적으로 고주파의 전송에 있어서는 진행파와 반사파(출력단에서 반사되는 역방향의 파)가 존재하나 완전한 정합이 되어 있는 경우에 있어서는 진행파만으로 되어 출력이 최대가 된다. 즉 최대의 출력을 얻으려면 진행파에 대한 반사파의 비율은 최소로 되어야 한다.

자동임피던스정합회로(12)에 입력된 고주파신호는 결합콘덴서(13), 코일(14) 및 가변콘덴서(15)로 구성된 T형 정합회로에 의해 임피던스정합되어 가공간극(6)에 공급되나 그때 제어회로(17)는 가공상태에 따라 가변콘덴서(15)의 용량을 액추에이터(16)에 의해 변화시킨다.

이 제 33 도 및 제 34 도에 의하면, 가공간극·가공면적·가공상태등의 변화에 의해 가공간극의 임피던스가 변화한 경우에서도 정합은 안전하고 양질의 표면가공이 실현되도록 조정한다.

또한, 이와같은 종래의 것에 있어서, 약 $1\mu\text{mRmax}$ 정도의 가공면을 얻으려면 제 35 도와 같이 피가공물을 절연하여 가공할 필요가 있다. 도에서, 11은 교류고주파가공용 전원, 12는 임피던스정합회로, 18은 교류고주파용급전선이며, 정전용량이 1m당 100PF 정도의 저용량선이다. 19는 고속가공용의 급전선이고, 고평크의 전류파형을 공급하여 인덕턴스가 감소되어 있으나 정전용량은 급전선(18)과 비교하여 현저히 커져 있다. 20은 고속가공용 전원, 30은 피가공물, 31은 와이어(wire)전극, 32는 크램프치구(jig), 33은 평면판, 34는 급전선, 23은 피가공물(30)을 평면판(33)으로부터 절연하는 절연치구, 24는 절연치구(23)상의 피가공물(30)과 평면판(33)을 차단·접속하는 스위치이다.

거칠은 가공시에는 스위치(24)를 닫힌 상태로 하고 피가공물(30)을 평면판(33)에 접촉한 상태에서 고속

가공용 전원(20)으로부터 피가공물(30)을 가공하도록 고피크전류가 공급된다.

이러한 고피크전류를 공급하는 급전선(19)은 저 인덕턴스이나 일반적으로 정전용량이 크다.

항상 사용하는 2MHz 정도의 주파수대에 있어서는 이 급전선(19)의 정전용량으로 전류가 흐르므로, 임피던스정합이 곤란하게 되는 동시에 방전시에 급전선(19)에 저장된 정전에너지가 가공간극에 방출되어, 방전전류파형의 에너지가 증대하여 가공면의 거칠임이 악화된다. 이 때문에 교류고주파에 의한 마감가공을 할 때에는 스위치(24)를 개방상태로 하고 절연치구(23)에 의해 피가공물(30)과 평면판(33)을 절연한 상태로 가공한다. 이 상태에 있어서는 가공간극에 대한 임피던스 정합이 쉽게 되며 낮은 정전용량의 급전선(18)에 저장되는 정전에너지가 적음으로써 적은 전류에너지의 파형을 얻을 수 있으며, 그 결과 양질의 마감가공면을 얻을 수 있다.

종래의 방전가공장치는 상기와 같이 구성되어 있고, 교류고주파에 의한 양질의 가공면으로 피가공물을 마감가공하기 위하여는 절연치구(23) 등을 사용하여 피가공물(30)을 가공평면판(33)과 절연하고 절연치구(23)상의 피가공물(30)과 평면판(33)의 차단·접속을 하는 스위치(24)를 필요로 하는 등 가공정도, 조작성, 코스트면에서 문제가 있었다.

또, 가공액(dielectric fluid)에 잠겨진 피가공물의 교류고주파 가공에 절연치구(23)가 사용되며, 피가공물(30)과 평면판(33)의 사이에 가공액을 통하여 정전용량이 형성되고 가공품질이 현저히 악화되어 버리므로 침적가공이 안되는 등의 문제가 있다.

또한, 전극면적의 크기가 형조방전가공에서도 절연치구(23)에 의해 피가공물(30)과 가공평면판(33)을 가공평면판(33)을 절연해도 전극·공작물간에 형성되는 정전용량이 크기 때문에 가공면의 거칠임이 열화되어 양질의 가공면을 얻을 수 없는 등의 문제가 있다.

또 종래의 방전가공장치의 임피던스정합회로(12)에서는 가변콘덴서(15)를 액추에이터(16)에 의하여 변화시켜 정합을 하므로 장치가 복잡하고, 실장이 곤란함과 동시에 코스트면에서도 고가로 되는 등의 문제가 있다.

또 방전가공장치에 있어서 특히 가공면적이 크게 변화하는 경우와 전원주파수가 변화하는 경우, 임피던스정합회로(12)의 복수의 인덕턴스를 전환할 필요가 있으나, 이 전환도 상기한 가변 콘덴서(15)의 전환과 같은 구성이었으므로 장치가 복잡하고 실장이 곤란할 뿐더러 코스트에서도 고가로 되는 등의 문제가 있었다.

이 발명은 상기와 같은 종래의 과제를 해소하기 위하여 이루어진 것이며, 고속가공용 급전선이나 가공간극의 전극·피가공물간에 형성되는 정전용량의 영향을 제거하고 양질의 가공면을 얻을 수 있으며, 조작성, 코스트면에서 대폭 개선되는 방전가공방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

또 이 발명은 고정도의 저레벨의 정전용량을 용이하게 형성할 수 있고 저 코스트·소형으로 고정도의 정전용량가변장치를 얻는 것을 목적으로 한다.

또 이 발명은 고정도의 저레벨 인덕턴스를 용이하게 형성할 수 있고 저코스트·소형으로 고정도의 인덕턴스가변장치를 얻는 것을 목적으로 한다.

본 발명에 관한 방전가공방법은 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공 간극 고속가공용 급전선을 통한 고피크전류가 공급되고 상기 가공간극에 교류고주파 가공용급전선을 통하여 교류고주파 전류가 공급되어 피가공물을 마감가공한다.

고VNA질의 마감가공을 하기 위하여 가공간극에 접속된 고속가공용 급전선의 정전용량의 영향을 억제하도록 가공간극에서 임피던스 정합을 하는 것이다.

또 본 발명의 방전가공장치는 일단에서 전극 및 피가공물에 전기적으로 접속되는 고속가공용 급전선과, 일단에서 전극 및 피가공물에 전기적으로 접속되는 교류고주파 가공용급전선과 고속도가공에 상기 고속가공급전선을 통하여 고피크전류를 가공간극에 공급하는 고속가공용전원과, 마감가공시에 전극 및 피가공물에 전기적으로 접속되어 있는 고속가공용 급전선의 정전용량의 영향을 억제하도록 가공간극에 대해 임피던스 정합을 하는 임피던스 정합회로를 구비하는 구성으로 한 것이다.

또 본 발명의 방전가공장치는, 일단이 전극 및 피가공물에 전기적으로 접속되는 고속가공용급전선과, 일단이 전극 및 피가공물에 전기적으로 접속되는 교류고주파가공용 급전선과, 고속가공시에 상기 가공간극에 상기 고속가공용 급전선을 통하여 고피크 전류를 공급하는 고속가공용 전원과, 마감 가공시에 가공간극에 상기 교류고주파 가공용급전선을 통하여 교류고주파 전류를 공급하는 약 7~30MHz 의 교류고주파가공용 전원과, 마감가공시에 전극 및 피가공물에 각각 전기적으로 접속되어 있는 고가속가공용 급전선의 정전용량의 영향을 억제하도록, 가공간극에 대해 임피던스정합을 하는 임피던스 정합회로를 구비하는 구성으로 한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치는 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 직류펄스 전압을 인가하여 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 관한 것으로, 이 직류펄스 전원과 가공간극과의 사이에 방전이 발생한 후에 직류방형파전류에 앞서 흐르는 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류가 발생하지 않도록, 가공간극에 대해서 임피던스정합을 하는 임피던스 정합회로를 설치하는 구성으로 한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치는 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 바이폴라펄스 전압을 인가하여 가공을 하는 방전가공장치에 관한 것이며, 바이폴라펄스 전원과 가공간극 사이에, 한 극 성에서 방전이 발생한 후에 직류방형파전류에 앞서 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류가 흐른 후에 방전마크를 차단하도록, 가공간극에 대해서 임피던스정합을 하는 임피던스 정합회로를 설치한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치는, 임피던스정합회로가 양쪽의 극성에 대해서 각각 독립하여 설치된 것

이다.

이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극 교류고주파전압을 인가하여 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 관한 것이며 이 전압을 공급하는 전원과 가공간극 사이에 임피던스 정합회로를 포함하고, 상기 임피던스정합회로 복수의 콘덴서와, 적어도 1개의 코일과, 임피던스정합을 하는 상기 복수의 콘덴서를 전환하는 전환수단으로 구성한다.

이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 전압을 인가하여 피가공물의 가공을 하는 동시에 이 전압을 공급하는 전원과 가공간극 사이에 임피던스 정합회로를 설치한 방전가공장치에 관한 것이며, 상기 임피던스 정합회로를 프린트기판상의 패턴으로 형성한 복수의 정전용량과 적어도 1개의 코일과, 상기 복수의 정전용량을 전환하여 임피던스정합을 하는 전환수단과를 구비한 구성으로 한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 전압을 인가하여 피가공물의 가공을 하는 동시에 이 전압을 공급하는 전원과 가공간극 사이에 임피던스 정합회로를 설치한 방전가공장치에 관한 것이며, 상기 임피던스정합회로는 복수의 케이블로 형성된 복수의 정전용량과, 적어도 1개의 코일과, 상기 복수의 정전용량을 전환하여 임피던스정합을 하는 전환수단과를 구비한 구성으로 한 것이다.

이 발명에 관한 방전가공장치는, 상기 임피던스정합회로에 있어서 복수의 정전용량이 약 2 인 계수의 등비급수치를 갖게끔 한 것이다.

이 발명의 관한 방전가공장치는, 상기 임피던스정합회로에 있어서 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단의 정전용량의 영향을 보상하는 량에 비례하여 증가되는 임피던스정합회로에 있어서의 복수의 콘덴서의 값으로 설정한 것이다.

이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스전압을 인가하면서 피가공물을 가공하는 방전가공장치에 관한 것이며, 이 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스 전압을 공급하는 가공간극 사이에 설치된 임피던스정합회로와 이 임피던스정합회로에 직렬로 삽입되어, 임피던스정합회로의 접속,분리를 하는 스위칭 소자와 이 임피던스정합회로의 스위칭 소자로 되는 직렬회로에 대해 병렬로 접속된 바이패스회로를 설치한 것이다.

이 발명에 관한 방전가공장치는 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 관한 것이며, 이 직류펄스전압 또는 바이폴라 펄스 전압을 공급하는 전원과 가공간극 사이에 설치된 임피던스정합회로와 이 임피던스정합회로에 병렬로 접속된 바이패스회로와 그 바이패스회로에 직렬로 삽입되어 이 바이패스회로전체를 접속,분리하는 스위칭소자를 설치한 것이다. 이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 직류펄스전압을 인가하면서 피가공물을 가공하는 방전가공장치에 관한 것이며, 저항과 인덕턴스의 직렬회로를 가공간극에 대해서 병렬로 삽입한 것이다.

또 이 발명의 관한 방전가공장치는 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 직류펄스전압을 인가하면서 피가공물을 가공하는 방전가공장치에 관한 것이며, 저항과 인덕턴스의 직렬회로를 가공간극에 대해서 병렬로 삽입함과 동시에 이 직류펄스를 공급하기 위한 스위칭소자를 고주파스위칭하기 위한 구동수단을 설치하여, 소정시간의 고주파에서 ON, OFF 동작을 반복한 후에 소정시간의 휴지시간을 갖게 하여 가공을 하는 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치는 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 직류펄스전압을 인가하면서 피가공물을 가공하는 방전가공장치에 관한 것이며, 저항과 인덕턴스와 스위칭소자로 되는 직렬회로를 가공간극에 대해서 병렬로 삽입하여 상기 스위칭소자를 방전후에 ON 되도록 한 것이다. 이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 전압을 인가하면서 피가공물을 가공하는 동시에 이 전압을 공급하는 전원과 가공전극 사이에 임피던스 정합회로를 설치한 방전가공장치에 관한 것이며, 상기 임피던스 정합회로를 프린트기판상의 패턴으로 형성한 복수의 인덕턴스와 상기 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단과를 구비하는 구성으로 한 것이다.

이 발명에 관한 방전가공장치는, 전극과 피가공물과의 사이에 형성되는 가공간극에 전압을 인가하면서 피가공물을 가공하며 이 전압을 공급하는 전원과 가공간극 사이에 임피던스 정합회로를 설치한 방전가공장치에 관한 것이며, 상기 임피던스정합회로는 복수의 케이블로 형성된 복수의 인덕턴스와 이 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단과를 구비한 구성으로 한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치는, 상기 임피던스정합회로의 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단의 인덕턴스의 영향을 보상하는 량만큼 감소된 임피던스정합회로의 복수의 인덕턴스치로 설정한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치에 이용되는 정전용량가변장치는, 프린트 기판상의 패턴에 의해 형성된 복수의 정전용량과 상기 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단을 구비하는 구성으로 한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치에 이용되는 정전용량가변장치는, 복수의 정전용량을 전환에 의해 정전용량의 변경을 하는 정전용량가변장치이며, 복수의 케이블로서 형성한 복수의 정전용량과, 상기 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단을 구비한 구성으로 한 것이다.

또 이 발명에 관한 방전가공장치에 이용되는 정전용량가변장치는, 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단의 정전용량의 영향을 보상하는 량만큼 증가된 복수의 정전용량치로 설정한 것이다.

이 발명에 관한 방전가공장치에 이용되는 인덕턴스가변장치는, 복수의 인덕턴스를 전환에 의해 인덕턴스의 변경을 하는 인덕턴스가변장치이며,

프린트기판상의 패턴으로 형성한 복수의 인덕턴스와 상기 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단을 구비한 구성으로 한 것이다.

이 발명에 관한 방전가공장치에 이용되는 인덕턴스가변장치는, 복수의 인덕턴스를 전환에 의해 인덕턴스의 변경을 하는 인덕턴스가변장치이며,

복수의 케이블로 형성된 복수의 인덕턴스와 상기 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단과를 구비한 구성으로 한 것이다.

또한 이 발명에 관한 방전가공장치에 이용되는 인덕턴스가변장치는 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단의 인덕턴스의 영향을 보상하는 량만큼 감소된 복수의 인덕턴스치로 설정된 것이다.

이하, 이 발명의 실시예 1은 제 1 도 ~ 제 6 도에 따라 설명한다.

제 1 도와 제 2 도는 이 실시예에 관계되는 구성도를 나타내며, 11a는 7MHz~30MHz의 고주파 출력을 공급하는 교류고주파가공용 전원, 12a는 임피던스정합회로, 18은 교류고주파가공용 급전선이며, 가공간극(6)에 직접 접속된다.

3은 교류고주파가공용 급전선(18)에 존재하는 부유정전용량이며 통상 약 300pF 이다.

또, 4는 교류고주파가공용 급전선(18)에 존재하는 부유인덕턴스이고 통상 1μ H 정도이다.

또 18b 는 급전선(18)의 가공간극 접속부분이며 3b는 급전선(18)의 단말부분의 부유정전용량, 4b는 급전선(18)의 단말부분의 부유인덕턴스이다.

또 5 는 전극과 피가공물 사이에 형성된 가공간극 정전용량, 6은 전극과 피가공물에 의해 형성된 가공간극, 20은 고속가공용 전원, 19는 고속가공용 급전선이며, 교류고주파가공용 급전선(18)과 같이 가공간극(6)에 직접 접속된다.

21 은 고속가공용 급전선(19) 및 회로에 존재하는 부유정전용량이며 통상 10,000pF 정도이다.

또, 22 는 고속가공용 급전선(19) 및 다른 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유 인덕턴스이며 항상 0.2μ H 정도이다.

또, 19b는 급전선(19)의 가공간극접속부분이며 21b는 급전선(19)의 단말부분의 부유정전용량, 22b는 급전선(19)의 단말부분의 부유인덕턴스이다.

제 2 도는 제 1 도의 실제회로도이며 20은 교류고주파가공용 전원(11a)의 출력임피던스, Z 은 급전선(18)의 특성임피던스, Z '은 급전선(18)의 단말 부분(18b)(기계접속부분)의 임피던스, Z 은 고속가공용전원(20)의 출력임피던스, Z 는 급전선(19)의 특성임피던스, Z '는 급전선(19)의 단말부분 (19b)(기계접속부분)의 임피던스, Zg 는 가공간극(6)의 임피던스이다.

이들의 임피던스로는 통상 Z '가 크며,

$$Z_0 = Z_1 + Z_g$$

로 되도록 임피던스 정합을 하면 다음상태로 된다.

$$Z_0 = Z_1 + Z_g(Z_2' - Z_1, Z_2' - Z_g)$$

다음에 동작에 대하여 설명한다.

종래예와 같이, 교류 고주파가공용 전원(11a)의 출력으로서 교류고주파 전압을 발생시켜 가공을 시행하나, 종래의 경우 1.0~5.0MHz 정도의 주파수를 사용하는데 대해 여기서는 7MHz~30MHz 의 주파수를 사용한다.

출력전압은 급전선을 통하여 임피던스정합회로(12a)를 경유하고 가공간극(6)에 가공전압으로서 공급되어 피가공물을 가공한다.

임피던스정합회로(12a)에 입력된 고주파신호는, 예컨대 제 9 도에 표시된 결합콘덴서(13), 코일(14) 및 콘덴서(40a) ~ (40b)에 의해 구성된 T 형 정합회로에 의해 방전이 발생하고 있는 상태의 가공간극(6)에 대해서 정합을 함으로써 피가공물을 가공한다.

교류고주파의 주파수로서 7MHz~30MHz 를 가공에 사용한 경우는 콘덴서(13)와 콘덴서(15)의 값을 50~100pF, 코일(14)는 1~3μ H 정도의 값으로 하면 정전용량이 큰 고속가공용 급전선(19)이 가공간극에 접속된 상태에서도 가공이 가능하도록 임피던스정합을 할 수 있어 안정된 가공이 가능해진다.

또, 교류고주파로서 7MHz~30MHz 의 주파수를 사용하여 임피던스정합을 하면 상술한 바와같이 고속가공용 급전선 단말부분(19b)의 임피던스 Z2' 가 크게 되는데 따른 불정합 접속을 피하기 위하여 이 부분에서 반사가 발생하고 급전선(19)의 정전용량(21)에 대해 전류가 흘러들며 감없이, 정전용량(21)에 의한 영향을 제거 또는 억제할 수가 있다.

그 결과 0.5μ mRmax 이하의 경면이 얻어진다.

실험에 의하면 판두께 20mm 의 초경재가공(超硬材加工)에 있어서 0.2μ mRmax의 마감면이 얻어진다.

제 3a 도와 제 3b 도는 이 실시예에 있는 가공특성을 나타내는 도이다.

이 도에서 명백하듯이 절연에 의해 정전용량의 차단을 하는 종래의 예의 경우에는 5MHz 이하의 영역에서는 50ns 정도의 펄스폭의 전류파형이 얻어지는데 대해 절연을 하지 않는 경우는 정전용량에 대한 충방전이 이루어지므로 5MHz 이하의 영역에서는 펄스폭이 매우 커진다.

이러한 펄스폭은 가공면의 거칠음을 좌우하며 펄스폭이 적을수록 가공면 거칠음은 좋게되고 항상 50ns 이하의 펄스영역에서는 1μ mRmax 이하의 근경면(近鏡面)(near-mirror surface)이 얻어진다.

이상의 것으로부터 이 실시예와 같이 정전용량의 절연을 하지 않을 경우에 있어서는 5MHz 또는 그 이하의 영역에서 양호한 가공면을 얻을 수는 없으나 주파수를 다시 높혀 7MHz 또는 그 이상의 영역이 되면 전압극성전환에 요하는 시간이 짧아지므로 전류펄스폭 τ_p 를 50ns 또는 그 이하로 할 수 있어 정전용량을 차단하지 않고도 $I_{p\ max}$ 이하의 미세가공이 가능해진다.

또한 교류주파수를 너무 높게 하면 가공간극에 대한 임피던스정합이 곤란하며 가공간극에 존재하는 정전용량의 변동에 응답해서 가공특성이 불안정하게 되고 고주파영역에 있어서는 지속적인 교류마크로 되어 가공면을 거칠게 하므로 방전가공의 주파수로는 7kHz~30kHz의 범위가 적당하다.

또한 상기와 같은 가공을 할에 있어서, 가공간극(6)에 대해서 안정된 임피던스정합을 얻으려면 교류고주파 급전선 단말부(18b)의 임피던스 Z를 저감하지 않으면 안된다.

이때문에 교류고주파가공용급전선(18)을 가능한한 가공간극에 가깝게 하며, 부유인덕턴스(4b)를 저감하는 것이 안정된 임피던스정합을 하는데 중요하다.

제 4 도~제 6 도는 이 교류고주파급전선(18)을 가능한한 가공간극에 가깝게 접속하는 예를 나타낸 것이다.

제 4a 도는 와이어컷방전가공장치에 있어서, 18은 교류고주파가공용급전선, 30은 피가공물, 31은 와이어전극, 32는 피가공물의 크램프치구, 33은 평면판, 34는 와이어전극의 급전선이다.

또 제 4b도는 형조(die-sinking)방전가공장치에 있어서, 교류고주파가공용 급전선(18)의 접속부분을 나타낸 도이며, 똑같이 18은 교류고주파가공용급전선, 30은 피가공물, 31은 전극, 32는 피가공물의 크램프치구, 33은 평면판이다.

이들의 예에서는 크램프치구(32)에 급전선 취부용나사가 구비되어 있으며 교류고주파가공용 급전선(18)은 가공을 위해 직접 크램프치구(32)에 취부된다.

또 제 5 도는 교류고주파가공용급전선(18)의 접속부분의 다른 실시예를 나타내며, 18은 교류고주파가공용(18)의 접속부분의 다른 실시예를 나타내며 18은 교류고주파가공용 급전선, 30은 피가공물, 31은 전극, 32는 피가공물의 크램프치구, 33은 평면판, 34는 와이어전극의 급전선, 35는 자석, 36은 동(copper)단자이다.

이 실시예에서는 교류고주파가공용 급전선(18)을 자석(35)에 의해 피가공물에 고정되어 급전을 한다.

자석(35)는 피가공물(30)의 임의의 위치에 고정되어 가공을 할 수 있다.

또한 제 6 도는 교류고주파가공용급전선(18)의 접속부분의 다른예를 나타내며, 18은 교류고주파가공용 급전선, 30은 피가공물, 31은 전극, 32는 피가공물의 크램프치구, 33은 평면판, 34는 와이어전극의 급전선, 37은 가공액노즐(dielectric nozzle), 38은 가공액노즐 선단부분에 취부된 급전용 접촉자이며, 교류고주파가공용급전선(18)이 접속되며, 가공중 피가공물(30)의 상면에 접촉한 상태를 유지하면서 피가공물에 급전을 한다.

이 실시예에서는 가공간극과 가공부분의 위치관계가 가공중 항상 일정하게 유지되므로 안정된 임피던스정합을 할 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 2 를 제 7 도~제 10 도에 따라 설명한다.

또한 이 실시예에서는 상기 실시예 1 에서 사용된 임피던스정합회로 및 그 임피던스정합회로의 임피던스 제어에 관한 것이다.

제 7 도는 와이어컷방전가공장치에 사용되는 임피던스정합회로의 임피던스제어회로를 나타낸 것이며, 도에서, 30은 피가공물, 31은 와이어전극, 11은 교류고주파가공용전원, 12는 임피던스정합회로, 6은 가공간극, 60은 제어장치, 65는 제어장치(60)내에 설치되고 가공판두께정보 T 를 기억하는 기억장치, 66은 마찬가지로 제어장치(60)내에 설치되고, 와이어전극 직경정보를 기억하는 기억장치, 63은 기억장치(65, 66)의 정보에서 임피던스정합회로(12)의 조작량을 구하는 연산장치, 64 는 연산장치(63)의 연산 결과에 따라 임피던스정합회로(12)를 제어하는 정합회로 제어수단이다.

또, 제 8 도는 형조(die-sinking)방전가공장치에 사용된 임피던스정합회로의 임피던스제어회로를 나타낸 것이며, 도에 있어서, 30은 피가공물, 31은 전극, 11은 교류고주파가공용전원, 12는 임피던스정합회로, 6은 가공간극, 60은 제어장치, 61은 제어장치(60)내에 설치되어 가공형상정보를 기억하는 기억장치, 62 는 마찬가지로 제어장치(60)내에 설치되어 가공깊이 정보를 기억하는 기억장치, 63은 기억장치(61, 62)의 정보에서 임피던스 정합회로(12)의 조작량을 구하는 연산장치, 64는 연산장치(63)의 연산결과에서 임피던스정합회로(12)를 제어하는 정합회로 제어장치이다.

제 9 도는 이 발명의 실시예 2 에 있어서, 임피던스정합회로(12)의 내부회로구성을 나타낸 것이며, 13은 결합콘덴서, 14는 코일, 40a~40d는 각각의 치가 다른 콘덴서, 41a~41d는 콘덴서(40a~40d)의 전환을 하는 릴레이이다.

또 제 10 도는 콘덴서(40a~40d)의 조합과 전체의 정전용량을 나타낸 표 및 그래프이다.

다음에 동작에 대하여 설명한다.

도에 있어서, 교류고주파에 의해 피가공물의 가공을 할 경우, 가공판두께, 가공면적등에 따라 가공간극에 대한 임피던스정합을 할 필요가 있다.

먼저 와이어컷방전가공의 경우, 제 7 도에 나타낸 바와 같이 제어장치(60)내의 기억장치(65)에 기억된 판두께정보 및 와이어전극 직경정보에 따라, 연산수단(63)은 임피던스정합회로(12)의 조작량을 선택한다.

즉 연산수단(63)은 처음에 가공판두께 T 및 와이어전극직경 R 에 대응한 데이터가 표형식으로 표시되어 있고 이 데이터표에서 임피던스정합회로(12)의 제어를 위한 정보가 출력된다.

정합회로제어장치(64)은 이 연산장치(63)의 출력결과에 따라, 임피던스정합회로(12)를 제어한다.

구체적으로는 판두께의 크기에 따라, 4bit의 지령신호가 정합회로제어장치(64)에서 출력되어 그 지령신호에 따라 임피던스정합회로(12)내의 릴레이(41a~41d)가 구동되고 콘덴서(40a~40d)가 선택된다.

즉 정합회로 제어장치(64)는 가공판두께가 증가했을 경우에 콘덴서(40)의 정전용량으로서 큰 값이 선택되도록 4bit의 지령신호를 출력하여 정합을 이룬다.

판두께가 가공중 변화하지 않을 경우 판두께 정보는 미리 운전자가 제어장치의 입력측에 입력한다.

가공중에 판두께가 변화하는 경우에는 NC 프로그램으로 판두께 변화정보를 입력하거나, 또는 가공속도의 변화등에서 판두께의 변화를 추론하여 판두께에 따라 임피던스정합을 하도록 해도 된다.

콘덴서(40a~40d)는 제 10 도와 같이 콘덴서(40a)로서 2pF, 콘덴서(40b)로서 4pF, 콘덴서(40c)로서 8pF, 콘덴서(40d)로서 16pF 와 같이 콘덴서치의 계수가 대략 2의 등비급수치를 갖게끔 설정되어 있고, 4개의 콘덴서의 조합에 의하여 제 10도에 나타낸 것과 같이 연속적인 정전용량치중의 하나를 선택하게끔 되어 있다.

특히 오미어컷방전가공에 있어서는 가공간극(6)의 면적변화가 적고 임피던스 정합을 하기 위하여 너무 광범위하게 정전용량을 변화시킬 필요가 없으므로, 이와같이 4bit 정도의 간단한 전환으로 충분히 정합을 이룰 수 있다.

또한, 실제에는 릴레이(41a~41d)에 저레벨의 정전용량이 존재하여(1~2pF), 이들 정전용량의 합성이 전체의 정전용량으로 되므로, 정확한 정전용량의 선택을 하려면 (40a)~(40d)의 값으로서 좀 더 큰값으로 설정할 필요가 있다.

구체적으로 예컨대, 릴레이의 단자(41a~41d)의 정전용량이 각각 4pF의 경우,

콘덴서(40a) : 2.9pF

콘덴서(40b) : 5.1pF

콘덴서(40c) : 9.2pF

콘덴서(40d) : 17.3pF

로 하면 정확한 정전용량의 선택을 할 수 있다.

또 형조방전가공의 경우 제 8 도에 표시하는 바와 같이 제어장치(60)내의 기억장치(61)에 기억된 가공형상정보와 기억장치(62)에 기억된 가공깊이 정보에 기준하여 연산수단(63)은 가공면적을 계산한다.

정합회로제어장치(64)는 계산결과에 따라 임피던스정합회로(12)의 제어를 한다.

구체적으로는 가공면적의 대소에 따라 4bit 의 지령신호가 정합회로제어수단(64)에서 출력되어 그 지령신호의 제어에 의해 임피던스정합회로(12)내의 릴레이(41a~41d)가 구동되어 콘덴서(40a~40d)가 선택된다.

여기서 정합회로제어장치(64)는 가공면적이 증대되었을 경우에 콘덴서(40)의 정전용량으로서 큰치가 선택되도록 4bit의 지령신호를 출력하여 정합을 이룬다.

또한 이 실시예에서는 가공형상정보를 미리 제어장치(60)에 기억하고 가공깊이의 변화에 따른 가공면적을 계산하는 예를 나타냈으나 NC프로그램으로서 면적변화 정보를 입력하거나, 또는 다른 가공면적검출수단 등을 사용하여 가공면적의 변화를 추론하여 가공면적정보에 기준하여 임피던스정합을 하도록 해도 된다.

또 이 실시예에서는 콘덴서(40a~40d)를 4개의 종류로 하고 4bit 데이터로서 16단계로 전환하는 예를 나타냈으나, 형조방전가공등 가공간극에 면적변화가 클 경우, 콘덴서(40) 및 릴레이(41)의 수를 증가시킴으로써 더욱 광범위하게 임피던스정합을 할 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 3을 제 11 ~ 제 13 도에 따라 설명한다.

방전가공장치에 있어서, 임피던스정합회로의 복수의 콘덴서는 수 pF 정도의 적은 값이므로 일반적으로 콘덴서는 요구되는 정도를 판독하는데 불충분한 것이 많다.

제 11a 도~제 11c 도는 이러한 방전가공장치에 있는 임피던스정합회로(12)의 복수의 콘덴서를 프린트기판상의 패턴으로 구성한 실시예를 나타낸 것이다.

도에서, 50은 프린트기판, 51a~51d는 프린트기판(50)의 한쪽면에 형성된 면적이 다른 프린트패턴, 52는 프린트패턴(51a~51d)과 반대측에 형성된 프린트패턴, 53은 프린트패턴(51)과 프린트패턴(52)사이에 형성된 정전용량, 54a~54d는 각각 프린트패턴(51a~54d)에 접속된 릴레이이다.

다음에 동작에 대해서 설명한다.

도에서 릴레이(54a~54d)가 정합회로제어장치(64)에 의해 닫혀진 상태로 되면 프린트패턴(51a~51d)와 프린트패턴(52)사이에 정전용량이 형성되고, 릴레이(54a~54d)의 전환으로 16단계의 정전용량중의 하나를 선택될 수 있다.

각 프린트패턴의 정전용량은 프린트패턴(51)의 면적과 프린트패턴의 거리(즉기판의 두께)에 의해 결정되고, 일반적으로 프린트기판의 경우, 1cm 당 약 2pF의 정전용량이 형성된다.

프린트패턴(51a~51d)은 정전용량(53a)로서 2pF, 정전용량(53b)로서 4pF, 정전용량(53c)로서, 8pF, 정전용량(53d)로서 16pF와 같이 콘덴서치의 계수가 대략 2의 등비급수치를 갖도록 패턴면적이 설정되어 있고 4개의 프린트패턴의 조합에 의해, 제 10a 도에 나타낸 것과 같이 16종류의 연속적인 정전용량치중의 어느 것이 선택되도록 되어 있다.

또 실시예 2 에서 설명한 바와같이 릴레이(54a~54d)에 저레벨의 정전용량이 존재하며(1~2pF), 이들의 정전용량의 합성이 전체의 정전용량으로 되므로 정확한 정전용량의 전환을 하기 위해 실시예2 와 같이 각 정전용량의 치로서 좀 큰 값으로 설정하여 정확한 정전용량의 전환이 될 수 있도록 고려되어 있다.

이와같이 프린트기판의 표리양면의 프린트패턴간의 정전용량은 쉽게 설계.제조할 수 있으며 정도의 변화도 적고 고정도의 정전용량의 선택을 할 수 있다.

또 제 12 도는 방전가공장치에 있어 임피던스정합회로(12)의 복수의 콘덴서를 프린트기판상의 패턴으로 구성한 다른 실시예로서 병렬프린트패턴으로 정전용량을 형성한 예를 나타낸 것이다.

도에서 50은 프린트기판, 55a~55d는 프린트기판(50)위에 형성된 프린트패턴, 56a~56d는 프린트패턴(55a~55d)와 같은 면에 형성되어지며, 각각 다른 대향길이(La~Ld)를 갖고 프린트패턴(55a~55d)와 병렬로 설치된 프린트패턴, 54a~54d는 각각 프린트패턴(55a~55d)에 접속된 릴레이이다.

다음의 동작에 대하여 설명한다.

도에서 릴레이(54a~54d)가 정합회로 제어장치에 의해 닫히지면 프린트패턴(55a~55d)과 프린트패턴(56a~56d)의 대향부분에 정전용량이 형성된다.

릴레이(54a~54d)의 전환에 의해, 16단계의 정전용량중의 어느것인가를 선택할 수 가 있다.

각 프린트패턴의 정전용량은 프린트패턴(55)과 프린트패턴(56)사이의 거리 및 대향길이(La~Ld)에 의해 결정된다.

프린트패턴(55a~55d)과 프린트패턴(56a~56d)간의 정전용량은, 정전용량치의 계수가 대략 2의 등비급수치를 갖도록 패턴의 대향길이가 설정되어 있어, 4개의 프린트패턴의 조합으로 제 10 도에 나타낸 바와 같이 16종류의 연속적인 정전용량치중의 어느것인가가 선택되도록 되어 있다.

또 실시예2에서 설명한 바와같이, 릴레이(54a~54d)에 저레벨의 정전용량이 존재하며(1~2pF), 이들 정전용량의 합성이 전체의 정전용량으로 되므로, 정확한 정전용량의 선택을 하기 위해, 실시예 2 와 같이 각 정전용량의 치로서 좀 큰 값으로 설정하여, 정확한 정전용량의 선택이 되도록 고려되어 있다.

이와같이 프린트기판상에 병렬로 배치된 프린트패턴간의 정전용량은, 프린트패턴의 대향길이에 의해 쉽게 설계.제조되며 특히 정전용량이 적은 영역에서 정도의 변화가 적고 고정도의 정전용량의 선택을 할 수 있다.

또 제 13 도와 같이 대향길이가 긴 형상으로 패턴이 형성되므로 보다 적은 면적에서 큰 정전용량을 형성하는 것이 가능하다.

또한 상기 실시예에서는, 프린트패턴만으로 정전용량을 형성한 예를 나타냈으나, 집중 콘덴서소자를 프린트패턴과 조합하는 구성으로 해도 된다.

또한 상기 실시예에 있어서는 방전가공장치의 임피던스정합회로에 대한 적용예를 나타냈으나, 다른 고주파 발진기의 정합회로등의 정전용량가변장치로서 사용하여도 된다.

다음에 이 발명의 실시예 4 에 대하여 제 14 도를 참조하여 설명한다.

제 14 도는 임피던스정합회로(12)의 복수의 콘덴서가 정전용량이 상이한 복수의 케이블로서 형성된 실시예를 나타낸 것이다.

도에서, 50은 프린트기판, 57a~57d는 프린트기판(50)상의 단자를 통하여 접속된 동축케이블이고, 길이가 다른 복수의 동축케이블로 되어 있으며, 한끝은 개방 상태가 되도록 더미(dummy)단자(58a~58d)에 접속되어 있다. 54a~54d 는 각각 단자(59a~59d)를 통하여 동축케이블(57a~57d)에 설치된 릴레이이다.

동작에 대해서는 프린트패턴을 사용한 상기 실시예와 같고, 릴레이(54a~54d)가 정합회로 제어장치에 의해 닫힌 상태로 되면, 동축케이블(57a~57d)에 정전용량이 형성되고, 릴레이(54a~54d)의 절환에 의해, 16단계의 정전용량중의 어느것인가를 선택할 수 있다.

각 동축케이블의 정전용량은 케이블의 길이, 또는 케이블의 종류에 의해 결정된다.

동축케이블(57a~57d)의 정전용량은 정전용량의 계수가 대략 2의 등비급수치를 갖도록 설정되어 있고, 4개의 동축케이블의 조합에 의해 16종류의 연속적인 정전용량중의 어느것인가를 선택되도록 되어 있다.

또 실시예 2 에서 설명한 바와같이 릴레이(54a~54d)에 저레벨의 정전용량이 존재하고(1~2pF), 이들 정전용량의 합성이 전체의 정전용량으로 되므로, 정확한 정전용량의 선택을 하기 위해 실시예 2 와 같이 각 정전용량의 치로서 좀 큰 값을 설정하여 정확한 정전용량의 선택이 되도록 고려되어 있다.

이와같이 케이블의 정전용량은, 케이블의 길이, 종류에 따라 쉽게 설계.제조되며 기계에 따라 정전용량의 미조성이 필요한 경우 등에 유효하다.

또한 상기 실시예에서는 케이블만으로 정전용량을 형성한 예를 나타냈으나, 집중콘덴서 소자를 케이블과 조합하는 구성으로 해도 된다.

그리고, 상기 실시예에서는 방전가공장치의 임피던스정합회로에 대한 적용예를 나타냈으나, 다른 고주파 발진기의 정합회로등의 정전용량가변장치로서 사용해도 좋다.

다음에 이 발명의 실시예5에 대해서 제 15 도, 제 16a 도, 제 16b 도, 제 17 도 및 제 28 도를 참조하여 설명한다.

제 15 도는 직류펄스를 이용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 임피던스 정합을 하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치의 한예를 나타낸 것이다.

도에 있어서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 전류 공급선 및 기계구조부(급전부 등)에 존재한 부유 인덕턴스, 6은 전극 피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 70은 직류펄스 전압을 가공간극에 공급하는 직류펄스전원, 71은 직류전원, 72는 전류제한 저항, 73은 스위칭소자, 12는 임피던스 정합회로, 74는 전극 피가공물간에 형성되는 가공간극 정전용량, 30은 피가공물, 31은 전극이다.

또, 제 17 도는 이 실시예에서 임피던스 정합회로를 나타낸 것이며, 콘덴서(101), 가변콘덴서(102, 103), 코일(104)로 된 π 회로에, 저항(105)이 병렬로 부가된 구조로 되어 있다.

다음에 동작에 대하여 설명한다.

먼저, 직류펄스 전원(70)은, 스위칭소자(73)가 ON.OFF 동작을 함으로써 가공간극(6)에 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 가공을 위하여 인가한다. 즉 스위칭소자(73)가 ON되면, 전류제한저항(72)과 저항(105)을 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에서 방전이 발생하면 스위칭소자(73)는 소정시간 ON 동작을 지속하므로, 소정펄스폭의 전류펄스가 가공간극에 공급되어 가공이 이루어진다.

제 16a 도는 종래의 직류펄스 전원에 의한 전류파형을 나타낸 것이며, 스위칭소자(73)가 ON 되고 있는 시간(τ_p)에 상당하는 펄스폭의 전류펄스가 공급된다.

이 전류펄스는 가공간극에 존재하는 정전용량이 방전될때 발생하는 콘덴서 방전부(75)와, 전류제한저항(72), 저항(105)과 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 직류마크 방전부(76)(피고치 Ip)로서 되어 있으며, 초기의 콘덴서 방전부(75)에 직류마크 방전부(76)가 계속된 파형으로 된다.

형조 방전가공에 있어서는 전극과 피가공물 사이에 형성되는 정전용량이 크기 때문에 콘덴서방전부(75)의 피크치가 직류마크 방전부(76)의 피고치(Ip)보다 매우 커지는 경우가 있어, 특히 마감가공에 있어서는 가공면을 현저히 악화시키는 것이 알려져 있다.

한편, 임피던스정합회로(12)에 있는 가변콘덴서(102, 103)를 조정하여 회로전체를 인덕티브(유도성)로 하므로, 제 16b 도에 나타낸바와같은 콘덴서 방전부(75)가 없는 전류파형(77)을 얻을 수 있다.

이 전류파형은 비교적 방형파에 가깝고 피크가 높은 콘덴서 방전부(75)가 없으므로 특히 오일(oil)을 가공액으로 사용한 형조방전가공 등에 있어서 양질의 가공면이 얻어지며, 전극의 소모가 현저히 저감되는 특성이 있다.

또 가공간극에 정전용량이 클 경우에도 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

또한, 제 17 도와 같은 π 형 회로는 로패스필터(low-passfilter)로서의 효과가 있으므로 제 16b 도와 같은 파형을 얻는데 적합한 특성을 갖는다.

또, 제 17 도와 같은 임피던스정합회로로서 제 9 도 ~ 제 14 도에 나타낸 것과 같은 정전용량 전환방식 중의 어느것인가의 임피던스 정합회로를 사용함으로써 방전가공장치의 임피던스 정합에 필요한 저레벨의 정전용량의 조정을 쉽게 할 수 있다.

이 실시예에 있는 임피던스정합회로(12)로서 제 18 도에 나타낸 것과 같은 직렬접속된 코일(201, 202) 및 그 코일(201, 202)의 접속점에 접속된 가변콘덴서(203)로 된 회로를 사용하여도 좋다.

다음에 이 발명의 실시예 6에 대해서 제 15도, 제 16a 도, 제 16c 도 및 제 19 도를 참조하여 설명한다.

제 19 도는 제 15도에 있는 임피던스정합회로로서 사용한 특정회로를 나타낸 것이며, 콘덴서(13), 가변콘덴서(14), 코일(15)로서 된 T 형 회로에 저항(105)이 부가된 구성으로 되어 있다. 또한 다른 구성에 대해서는 실시예 5의 것과 같다.

다음에 동작에 대해서 제 15 도, 제 16a 도, 제 16c 도 및 제 19 도에 따라 설명한다.

실시예 5 와 같이, 직류펄스 전원(70)은 스위칭소자(73)가 ON.OFF 동작을 하므로 가공간극(6)에 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 인가하여 가공을 한다.

즉, 스위칭소자(73)가 ON 하면 전류제한저항(72)과 저항(105)을 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에 방전이 발생하면 스위칭소자(73)는 소정시간 ON 동작을 지속하므로, 소정펄스폭의 전류펄스가 가공전극에 공급되어 가공이 이루어진다.

이 실시예에서는, 임피던스정합회로(12)는 실시예 5 의 경우와 반대되는 특성을 가지도록 조정하고 회로전체를 용량성으로 되게 하기 위하여 콘덴서 방전부(75)에서 방전소거를 하여 방전아크를 차단한 후 제 16c 도에 나타낸 바와 같이 직류마크 방전부(76)가 없는 전류파형(78)을 발생시켜 가공을 한다.

이 파형은 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷 방전가공과 펄스폭이 증가할 때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(예컨대 카바이드재료)의 가공에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

또한 제 19 도에 나타낸 바와 같은 T 형 회로는 하이패스필터로서의 효과가 있으므로 제 16c 도와 같은 파형을 얻는데 적합한 특성을 갖는다.

또, 제 19 도와 같은 임피던스 정합회로로서 제 9 도~제 14 도에 나타낸 것 같은 정전용량전환방식의 임피던스 정합회로를 사용함으로써, 방전가공장치의 임피던스 정합에 필요한 저레벨의 정전용량의 조정을

쉽게 할 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 7에 대해 제 20 도, 제 21a 도 및 제 21b 도를 참조하여 설명한다.

제 20 도는 바이폴라펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 임피던스정합을 하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

바이폴라펄스에 의한 유침가공에 있어서는 가공속도가 향상되며 또 수침가공에 있어서는 피가공물의 전해부식을 방지할 수 있는 특성이 있다.

도에서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(급전부 등)에 존재한 부유인덕턴스, 6은 전극 피가공물에 의해 형성되는 가공극, 80은 바이폴라 펄스전압을 가공극에 공급하는 바이폴라 펄스 전원, 81은 직류전원, 82, 83은 각 극성에 있는 전류치를 결정하는 전류제한저항, 84a, 84b 는 정극성 펄스전류를 공급하기 위한 스위칭소자, 85a, 85b 는 부극성 펄스전류를 공급하기 위한 스위칭소자, 12 는 임피던스정합회로, 86은 전극 피가공물간에 형성되는 가공극 정전용량, 30은 피가공물, 31은 전극이다.

임피던스정합회로(12)로서는 제 17 도에 나타낸 π 형 회로를 사용하고 있다.

다음에 동작에 대해서 설명한다.

먼저, 바이폴라펄스 전원(80)은 스위칭소자(84a, 84b)와 스위칭소자(85a, 85b)를 교대로 ON·OFF 동작시킴으로써 가공극에 직류전원(81)의 전압에 의해 결정되는 바이폴라전압을 인가하여 가공을 한다.

가공극(6)에 정극성측의 방전이 발생하면 스위칭소자(84a, 84b)는 소정시간 ON 동작을 지속하므로 소정펄스폭의 전류펄스가 가공극에 공급되어 가공이 이루어진다.

스위칭소자(84a, 84b)가 OFF 되어 정극성측의 방전이 완료된 후 스위칭소자(85a, 85b)를 ON 하여 역극성측에 전압을 인가하고 방전발생후는 소정시간동안 ON 상태를 계속함으로써 전류펄스가 공급된다.

제 21a 도는 종래의 바이폴라펄스 전원에 의해 발생된 전류파형을 나타낸 것이며, 스위칭소자(84a, 84b)가 ON되어 있는 시간(τ_p)에 상당하는 펄스폭의 정극성 전류펄스가 공급된다.

이 전류펄스는 가공극에 존재하는 정전용량이 방출될 때 발생하는 콘덴서 방전부(87)와, 전류제한저항(82), 저항기(105)와 직류전원(81)의 전압에 의해 결정되는 직류아크방전부(88) (파고치 1)로 이루어지며, 초기의 콘덴서 방전부(87)에 직류아크 방전부(87)가 계속된 파형으로 된다.

그리고 역극성 방전에 있어서는 마찬가지로 스위칭소자(85a, 85b)가 ON되어 있는 시간에 상당하는 펄스폭의 역극성 전류펄스가 공급된다.

또한 이 전류펄스는 가공극에 존재하는 정전용량이 방출됨으로써 콘덴서 방전부(89)와, 전류제한저항(83)과 직류전원(81)의 전압에 의해 결정되는 직류아크 방전부(90)(파고치 $1p_2$)로서 이루어져 있으나, 전류제한저항(83)의 값이 전류제한저항(82)의 값보다 크게 되어 있으므로, 직류아크 방전부(89)의 파고치($1p_2$)는 직극성측의 직류아크 방전부(88)의 파고치($1p_1$)과 보다 상당히 적은 값으로 되어 있다.

실시예 5의 경우와 같이 형조방전가공에 있어서, 전극 피가공물간에 형성되는 정전용량이 크기 때문에 콘덴서 방전부(87)의 파고치가 직류아크 방전부(88)의 파고치($1p$)보다 상당히 커지는 경우가 있어 특히 마감가공에 있어서는 가공면이 현저하게 악화된다.

한편, 임피던스정합회로(12)에 있는 가변콘덴서(102, 103)를 조정하여 회로전체를 인덕티브(유도성)으로 함으로써, 제 21b 도에 나타낸 것과 같이 정극성측의 전류펄스로서, 콘덴서방전부(87)가 없는 전류파형을 얻을 수 있다.

이 전류파형은 비교적 방형파에 가깝고 높은 피크의 콘덴서 방전부(87)가 없으므로, 특히 기름을 가공액으로 사용한 형조방전가공등에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있으며, 전극의 소모가 현저히 저감되는 특성이 있다.

또, 가공극에 있는 정전용량이 큰 경우에도 양질의 가공면을 얻을 수 있다. 상기의 바이폴라가공에 있어서 정극성측과 역극성측의 전원의 출력임피던스가 다르므로 양쪽의 극성에 대해서 엄격한 임피던스정합이라고 할 수는 없으나, 가공에 기여하는 극성측(이 발명에서는 정극성측)에 대해서 임피던스정합을 취함으로써 실용상 문제가 없는 가공특성이 얻어진다.

실시예 5의 경우와 같이 제 17 도에 표시하는 바와 같은 π 형 회로는 로패스필터로서의 효과가 있으므로 제 21b 도와 같은 파형을 얻는데 적합한 특성을 갖고 있다.

또, 제 17 도와 같은 임피던스정합회로에서 사용된 제 9 도~제 14도에 나타낸 바와 같은 정전용량 변환방식의 어느 것이라도 방전가공장치의 임피던스 정합에 필요한 저레벨의 정전용량의 조정을 쉽게 할 수 있다.

이 발명의 실시예 8에 대해서 제 19 도, 제 20 도, 제 21b 도 및 제 21c 도에 따라 설명한다.

이 실시예는 제 20 도의 임피던스정합회로로서 제 19 도에 표시된 T형 회로를 사용하고 있는 점만이 실시예 7과 구성이 상이하다.

실시예 7과 같이 바이폴라펄스 전원(80)은 스위칭소자(84a, 84b)와 스위칭소자(85a, 85b)를 교대로 ON·OFF동작시킴으로써 가공극(6)에 직류 전원(81)의 전압에 의하여 결정되는 바이폴라전압을 인가하여 가공을 시행하는 것이다.

가공극(6)에서 정극성의 방전이 발생하면 스위칭소자(84a, 84b)는 소정시간 ON동작을 지속함으로써, 소정펄스폭의 전류펄스가 가공극에 공급되어 가공이 이루어진다.

스위칭소자(84a, 84b)가 OFF되어 정극성측의 방전이 완료된 후, 스위칭소자(85a, 85b)를 ON하여 역극성측에 전압을 인가하며, 방전발생후에는 소정시간 ON상태를 계속 함으로써 전류펄스가 공급된다.

이 실시예에서는 임피던스정합회로(12)를 실시예 7의 경우와 반대되는 특성으로 조정하여 회로전체를 용량성으로 하므로 콘덴서 방전부(87)다음에 방전이 소거되며 방전마크를 차단하고 제 21c 도에 나타난 것과 같은 직류아크방전부(88)가 없는 전류파형(93)을 발생시켜 가공을 한다.

이 파형은 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷 방전가공과, 펄스폭이 커지면 크랙 등의 결함이 발생하기 쉬운 재료의(예컨대 카바이드 재료)가공에 있어서, 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

상기와 같은 바이폴라가공에 있어서는 실시예 7의 경우와 정극성측과 역극성측의 전원의 출력임피던스가 다르므로 양쪽의 극성에 대해서 엄밀한 임피던스 정합을 할 수는 없으나, 가공에 기여하는 극성측(이 발명에서는 정극성측)에 대해서 임피던스정합을 취함으로써 실용상 어떤 문제도 없는 가공특성이 얻어진다.

실시예 6에서와 같이 제 19 도에 표시하는 바와 같은 T형 회로는 하이패스필터로서의 효과가 있으므로 제 21c 도와 같은 파형을 얻기에 적합한 특성을 갖는다.

또, 제 19 도와 같은 임피던스정합회로로서 제 9 도~제 14 도에 나타난 것 같은 정전용량 전환방식의 어느 것인가를 임피던스정합회로로 사용함으로써 방전가공장치의 임피던스정합에 필요한 저레벨의 정전용량의 조정을 쉽게 할 수가 있다.

또한, 상기 실시예 7, 실시예 8의 경우 하나의 극성에 대해서만 임피던스 정합을 이루는 예를 나타냈으나, 제 22 도와 같이, 임피던스정합회로(12a, 12b)를 양쪽의 극성에 대하여 독립적으로 설치하여 양쪽의 극성에 대한 엄밀한 임피던스정합을 함으로써 보다 양호한 가공특성을 얻을 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 9에 대해서 제 23 도 및 제 16b 도를 참조하여 설명한다.

제 23 도는 직류펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 임피던스 정합을 하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

도에서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(즉 급전부)에 존재하는 부유인덕터스, 6은 전극·피가공물간에 형성되는 가공간극 70은 직류펄스전압을 가공간극에 공급하는 직류펄스전원, 71은 직류전원, 72는 직류제한저항, 73은 스위칭소자, 12는 임피던스 정합회로, 74는 전극·피가공물간에 형성되는 가공간극정전용량, 106은 저항, 107은 임피던스정합회로(12)에 병렬로 설치된 바이패스회로, 108은 임피던스정합회로(12)에 직렬로 설치된 스위칭소자이다.

임피던스정합회로로서는 예컨대 제 9 도의 회로가 사용된다.

동작에 대해서 설명한다.

실시예 5와 같이, 직류펄스 전원(70)은 스위칭소자(73)의 ON·OFF 동작을 함으로써, 가공간극(6)에 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

즉, 스위칭소자(73)가 ON 되면 전류제한저항(72)과 저항(106)을 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에서 방전이 발생하면 스위칭소자(73)은 소정시간 ON 동작을 지속함으로써, 소정펄스폭의 전류펄스가 가공간극에 공급되어 가공이 이루어진다.

그리고 가공간극에서 발생한 방전은 방전검출수단(도시않됨)에 의해 검출되어 방전발생과 동시 또는 소정시간 경과후에 스위칭소자(108)를 OFF하며, 임피던스정합회로(12)를 가공간극에서 분리한다.

그후, 방전종료후 소정의 휴지시간이 경과한 후에 스위칭소자(108)를 다시 ON함으로써 다음 방전을 위한 전압을 인가한다.

임피던스정합회로(12)는 가공에 앞서 가변콘덴서(40a~40d)를 전환조정하여 회로전체를 인덕티브(유도성)으로 함으로써 제 16b 도와 같이 방전 발생시에 콘덴서 방전부(75)를 제거할 수 있다.

또한, 상기와 같이 방전직후에 임피던스정합회로(12)를 가공간극으로부터 분리함으로써 그 후의 직류아크를 안정되게 유지할 수 있다.

이 전류파형은 비교적 방형파에 가깝고 높은 피크의 콘덴서 방전부(75)가 없으므로 특히 유(기름)를 가공액으로 사용한 형조 방전가공등에 있어서 양질의 가공면이 얻어지며, 전극의 소모가 현저히 저감하는 특성이 있다.

또, 가공간극의 정전용량이 커지는 경우에도 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 10에 대하여 제 24 도 및 제 16c 도를 참조하여 설명한다.

제 24 도는 직류펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서 임피던스정합을 하면서 가공을 하는 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

도에 있어서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유인덕터스, 6은 전극·피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 70은 직류펄스 전압을 가공간극에 공급하는 직류 펄스 전원, 71은 직류 전원, 72는 직류제한저항, 73은 스위칭소자, 12는 임피던스정합회로, 74는 전극·피가공물에 형성되는 가공간극정전용량, 106은 저항, 109는 저항(106)에 직렬로 설치된 스위칭소자, 107은 저항(106), 스위칭소자(109)로 구성되어 임피던스정합회로(12)에 병렬로 설치된 바이패스회로이다.

임피던스정합회로로서는 예컨대 제 9 도중의 하나가 사용된다.

다음에 동작에 대해서 설명한다.

실시예 6과 같이, 직류펄스 전원(70)은 스위칭소자(73)가 ON·OFF 동작을 함으로써 가공간극(6)에 직류 전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

즉, 스위칭소자(73)가 ON하면 전류제한저항(72)가 저항(106)을 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에 방전이 발생하면 스위칭소자(73)는 소정시간 ON동작을 지속하므로, 소정펄스폭의 전류펄스가 가공간극에 공급되어 가공이 이루어진다.

다음에, 가공간극에서 발생한 방전은 방전검출수단(도시않됨)에 의해 검출되어, 방전발생과 동시 또는 소정시간 경과후에 스위칭소자(109)를 OFF하여 바이패스회로(107)를 차단한다.

그 후 방전종료후 소정의 휴지시간을 경과한 경우 다시 스위칭소자(109)는 ON상태로 되며, 스위칭소자(73)를 ON함으로써 다음 방전을 위한 전압이 인가된다.

이 실시예에서는 가공에 앞서 가변콘덴서(40a~40d)가 전환되고 조정되어 임피던스정합회로(12)를 실시예 9의 경우와 반대되는 특성으로 조정하여 회로전체를 용량성으로 함으로써 콘덴서 방전부(75)후에 방전이 소거되기 때문에 방전아크를 차단되며 제 16c 도와 같은 직류아크 방전부(76)가 없는 전류 파형(78)을 발생하여 가공을 한다.

또한, 상기와 같이 방전직후에 바이패스회로(107)를 가공간극에서 분리함으로써 콘덴서 방전부(75)후의 직류아크를 완전히 제거할 수 있다.

이 파형은 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷 방전가공과 펄스폭이 커질때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료 예컨대 카바이드 재료등의 가공에 있어서, 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

이 발명의 실시예 11 에 대해서 제 25 도 및 제 12b 도를 참조하여 설명한다.

제 25 도는 바이폴라펄스를 사용하여 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서 임피던스정합을 하면서 가공을 하는 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

실시예 7에서 설명한 것 같이 바이폴라펄스에 의한 가공은 유침가공에서는 가공속도의 향상이 도모되며 또 수침가공에 있어서는 피가공물의 전해부식을 방지할 수 있는 등의 특징이 있다.

도에서, 3 은 금전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4 는 금전선 및 기계구조에 존재하는 부유인덕턴스, 6 은 전극·피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 80은 바이폴라펄스전압을 가공간극에 공급하는 바이폴라펄스전원, 81은 직류전원, 82, 83은 각 극성에 있어, 전류치를 결정하는 전류제한저항, 84a, 84b 는 전극성펄스전류를 공급하기 위한 스위칭소자, 85a, 85b 는 부극성펄스전류를 공급하기 위한 스위칭소자, 12 는 임피던스정합회로, 108은 임피던스정합회로(12)에 직렬로 접속된 스위칭소자, 106 은 저항, 107은 임피던스정합회로(12)에 병렬로 설치된 바이패스회로이다.

86은 전극·피가공물간에 형성되는 가공간극정전용량, 30 은 피가공물, 31은 전극이다.

또, 임피던스정합회로(12)로서는 예컨대 제 9 도와 같은 회로가 사용되고 있다.

다음에 동작에 대하여 설명한다.

바이폴라펄스전원(80)은 실시예 7 과 같이, 스위칭소자(84a, 84b)와 스위칭소자(85a, 85b)를 교대로 ON·OFF동작 시킴으로써 가공간극(6)에 직류 전원(81)의 전압에 의해 결정되는 바이폴라전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

가공간극(6)에 정극성측의 방전이 발생하면, 스위칭소자(84a, 84b)는 소정시간 ON동작을 지속함으로써 소정 펄스폭의 전류펄스가 가공간극에 공급되어 가공이 이루어진다.

스위칭소자(84a, 84b)가 OFF되고 정극성측에 방전이 종료된 후에, 스위칭소자(85a, 85b)를 ON하여 역극성측에 전압을 인가하여 방전발생후에는 소정시간 ON상태를 계속함으로써 전류펄스가 공급된다.

그리고 가공간극에 발생한 방전은 방전검출수단(도시않됨)에 의하여 검출되어 방전발생과 동시에 또는 소정시간 경과후에 임피던스정합회로(12)를 가공간극에서 분리한다.

그후, 방전종료후 소정의 유지시간을 경과한 다음 다시 스위칭소자(108)는 ON상태로 되어 스위칭소자(73)를 ON하므로 다음의 방전을 위한 전압이 인가된다.

임피던스정합회로(12)는 가공에 앞서 가변콘덴서(40a~40b)의 전환과 조정을 하여 회로전체를 인덕티브(유도성)로 하게 함으로써 제 21b 도에 나타낸 것 같이 정극성 방전발생시에 콘덴서 방전부(87)를 제거할 수가 있다.

또한, 상기와 같은 방전직후에 임피던스정합회로(12)를 가공간극에서 분리함으로써 그후의 직류아크를 안정하게 유지할 수 있다.

이 전류파형은 비교적 방형파에 가깝고 피크가 높은 콘덴서 방전부(87)가 없으므로 특히 기름을 가공액으로 사용한 형조방전가공에 있어서는 양질의 가공면이 얻어지며, 전극의 소모가 현저히 저감되는 특성이 있다.

또, 가공간극의 정전용량이 커지는 경우에도 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

상기와 같은 바이폴라가공에 있어서는 정극성측과 역극성측의 전원의 출력 임피던스가 상이하므로 양쪽의 극성에 대해서 엄밀한 임피던스정합을 할 수 없으나, 가공에 기여하는 극성측(이 발명에서는 정극성측)에 대해서 임피던스 정합을 취하여 실용상 아무런 문제가 없는 가공특성이 얻어진다.

다음에 이 발명의 실시예 12 에 대하여 제 26 도 및 제 21c 도를 참조하여 설명한다.

제 26 도는 바이폴라펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 임피던스정합을 하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치의 한 예를 나타내는 것이다.

도에서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유인덕턴스, 6은 전극·피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 80은 바이폴라펄스전압을 가공간극에 공급하는 바이폴라펄스전원, 81은 직류전원, 82, 83 은 각 극성에서 전류치를 결정하는 전류 제한저항이다.

84a, 84b는 정극성펄스전류를 공급하기 위한 스위칭소자, 85a, 85b는 부극성펄스전류를 공급하기 위한 스위칭소자, 12 는 임피던스정합회로, 106은 저항, 109는 저항(106)에 직렬로 접속된 스위칭소자, 107은 임피던스정합회로에 병렬로 설치된 바이패스회로, 86은 전극·피가공물간에 형성되는 가공간극정전용량, 30 은 피가공물, 31은 전극이다.

또, 임피던스정합회로(12)로서는 예컨대 제 9도와 같은 회로가 사용된다.

다음의 동작에 대해서 설명한다.

실시에 11 과 같이, 바이폴라펄스전원(80)은 스위칭소자(84a, 84b)와 스위칭 소자(85a, 85b)를 교대로 ON·OFF 동작시킴으로써 가공간극(6)에 직류 전원(71)의 전압에 의하여 결정되는 바이폴라전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

가공간극(6)에 정극성방전이 발생하면, 스위칭소자(84a, 84b)는 소정시간 ON상태를 지속하므로, 소정펄스폭의 전류펄스가 가공간극에 공급되어 가공이 이루어진다.

스위칭소자(84a, 84b)가 OFF되고 정극성방전이 종료된후 스위칭소자(85a, 85b)가 ON되면 역극성측에 전압을 인가하고 방전발생후는 소정시간 ON상태를 계속하므로 전류펄스가 공급된다.

가공간극에 발생한 방전은 방전검출수단(도시않됨)에 의해 검출되고, 방전 발생과 동시 또는 소정시간 경과후에 스위칭소자(109)를 OFF하여 바이패스회로(17)를 차단한다.

그후에, 방전종료후 소정의 휴지시간을 경과한 경우 다시 스위칭소자(109)는 ON상태로 되어, 스위칭소자(73)을 ON함으로써 다음의 방전을 위한 전압이 인가된다.

이 실시예에서는, 임피던스정합회로(12)를 실시예 11의 경우와 반대되는 특성으로 조정하여, 회로전체를 용량성으로 함으로써 콘덴서 방전부(87)후에 방전소거를 하여 방전아크를 차단하고 제 21 c 도와 같은 아크 방전부(88)이 없는 저류파형(93)을 발생시켜 가공을 한다.

또, 상기와 같이 방전직후에 바이패스회로(107)를 가공간극에서 분리함으로써 콘덴서 방전부(75)후의 직류아크를 완전히 제거할 수 있다.

이 파형은 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷방전가공과, 펄스폭이 커지면은 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(예컨대 카바이드재료)의 가공에 있어서, 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

상기와 같은 바이폴라가공에 있어서는, 실시예 8의 경우와 같이, 정극성측과 역극성측의 전원의 출력인 피더스의 차이때문에 양쪽의 극성에 대해서 엄밀한 임피던스정합을 이룰 수는 없으나, 가공에 기여하는 극성측(이 발명에서는 정극성측)에 대해서 임피던스정합을 취함으로써, 실용상 아무런 문제가 없는 가공 특성을 얻을 수 있다.

상기 실시예 11, 실시예 12의 경우 한개 극성에 대해서만 임피던스 정합을 하는 예를 나타냈으나, 제 22 도와 같이 양쪽의 극성에 대해서 각각 독립적으로 임피던스정합회로(12a, 12b)를 설치하여 양쪽의 극성에 대해서 엄밀히 임피던스정합을 함으로써 보다 양호한 가공특성을 얻을 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 13에 대하여 제 27 도를 참조하여 설명한다.

제 27 도는 직류펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서 저항과 코일의 직렬회로를 가공간극에 대해서 병렬로 삽입한 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

도에 있어서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유인덕턴스, 6은 전극·피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 70은 가공간극에 직류펄스전압을 공급하는 직류펄스 전원, 71은 직류전원, 72는 전류제한저항, 73 은 스위칭소자, 110은 저항, 111은 코일, 74는 전극·피가공물에 형성되는 가공간극정전용량, 30은 피가공물, 31은 전극이다.

다음의 동작에 대해서 설명한다.

먼저, 직류펄스 전원(70)은, 스위칭소자(73)가 ON·OFF동작을 함으로써 가공간극(6)에 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

즉, 스위칭소자(73)이 ON되면 전류제한저항(72)를 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에 방전이 발생하면 스위칭소자(73)은 소정시간 ON동작을 지속한 후 OFF되어 소정펄스폭의 전류펄스가 가공간극에 공급되어 가공이 이루어진다.

방전발생후에는 가공간극에는 콘덴서 방전전류(75)가 흐르나, 콘덴서 방전 전류의 제 1 반파다음의 고주파 진동성분이, 가공간극에 병렬로 접속되어 있는 코일(111)의 인덕턴스에 흡수되므로, 직류아크부분이 없는 제 1 반파만의 콘덴서 방전전류로서 피가공물의 가공이 이루어진다.

이러한 회로는 스위칭소자(73)을 0.5~1μ sec 정도의 짧은 시간에 ON하여 가공을 하는 경우에 특히 효과가 있다.

이러한 파형은 실시예 6 과 같이, 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷 방전가공과, 펄스폭이 커질때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(예컨대 카바이드재료등)의 가공에 양질의 가공면을 얻을 수 있다.

다음에 이 발명의 실시예 14에 대하여 제 28 도를 참조하여 설명한다.

제 28 도는 직류펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 저항과 코일의 직렬회로를 가공간극에 대해서 병렬로 삽입한 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

도에서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유인덕턴스, 6은 전극·피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 70은 직류펄스전압을 가공간극에 공급하는 직류펄스 전원, 71은 직류전원, 72는 전류제한저항, 73은 스위칭소자, 110은 저항, 111은 코일, 112는 스위칭소자(73)를 고주파에서 스위칭하기 위한 구동수단, 74는 전극·피가공물간에 형성되는 가공간극정전용량, 30은 피가공물, 31은 전극이다.

다음에 동작에 대해서 설명한다.

실시에 13과 같이, 직류펄스 전원(70)은 스위칭소자(73)가 ON·OFF동작을 함으로써 가공간극(6)에 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

즉, 스위칭소자(73)가 ON되면 전류제한저항(72)와 인덕턴스를 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에 방전이 발생하면 스위칭소자(73)은 소정시간(T1)동안 고주파의 ON·OFF 동작을 반복하여 방전을 시킨 다음에 소정의 휴지시간(T2)을 삽입한다.

이들의 동작을 반복하면서 가공이 이루어진다.

방전발생후에는 가공간극에는 콘덴서 방전전류(75)가 흐르나, 콘덴서 방전 전류의 제 1 반파다음의 고주파전동성분이 가공간극에 병렬로 접속되어 있는 코일(111)의 인덕턴스에 흡수되므로, 직류아크 부분이 없는 제 1 반파만의 고주파 콘덴서 방전전류로서 가공이 이루어진다.

그리고, 스위칭소자(73)가 고주파에서 ON·OFF동작되도록 하였으므로 지속적인 아크의 발생이 억제되어 가공이 안전하게 된다.

또, 와이어컷 방전가공에 있어서는 와이어전극의 진동이 억제되어 직선도(Straightness)가 향상된다.

이러한 회로는 스위칭소자(73)를 0.5~2MHz 정도의 고주파로 ON·OFF시키면 특히 효과가 있다.

다음에 이 발명의 실시예 15에 대하여 제 29도를 사용하여 설명한다.

제 29 도는 직류펄스를 사용하여 가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 저항과 코일, 스위칭소자와의 직렬회로를 가공간극에 대해서 병렬로 삽입한 방전가공장치의 한 예를 나타낸 것이다.

도에서, 3은 급전선 및 회로에 존재하는 부유정전용량, 4는 급전선 및 기계구조부(급전부등)에 존재하는 부유인덕턴스, 6은 전극·피가공물에 의해 형성되는 가공간극, 70은 직류펄스전압을 가공간극에 공급하는 직류펄스 전원, 71은 직류전원, 72는 전류제한저항, 73은 스위칭소자, 110은 저항, 111은 코일, 113은 저항(110)과 코일(111)에 직렬로 접속된 스위칭소자, 74는 전극·피가공물에 형성되는 가공간극정전용량, 30은 피가공물, 31은 전극이다.

다음에 동작에 대해서 설명한다.

실시에 13과 같이, 직류펄스 전원(70)은 스위칭소자(73)가 ON·OFF동작을 함으로써 가공간극(6)에 직류전원(71)의 전압에 의해 결정되는 전압을 인가하여 가공을 하는 것이다.

즉, 스위칭소자(73)가 ON되면 전류제한저항(72)를 통하여 가공간극에 전압이 인가된다.

가공간극(6)에 방전이 발생하면 스위칭소자(73)를 OFF하며 스위칭소자(113)가 ON되어 코일(111)이 가공간극에 접속된다.

방전발생후에 가공간극에는 콘덴서 방전전류(75)가 흐르나 콘덴서 방전전류의 제 1 반파다음의 고주파전동성분이 가공간극에 병렬로 접속되어 있는 코일(111)의 인덕턴스에 흡수되므로, 직류아크부분이 없는 제 1 반파만의 콘덴서 방전전류로서 피가공물의 가공이 이루어진다.

또한, 방전이 발생하기까지의 전압인가시에는 코일(111)에 전류가 흐르지 않으므로 회로내의 손실이 없고, 인가전압이 상승구간(Leading edge)이 높게 되고 가공의 안정성이 향상된다.

다음에 이 발명의 실시예 16을 제 30도 및 제 31도에 따라 설명한다.

방전가공장치에 있어서, 특히 가공면적이 크게 변화하는 경우와 전원주파수가 변화하는 경우, 임피던스 정합회로의 복수의 인덕턴스가 전환되어야 하는 경우가 있다.

제 30 도는 이러한 방전가공장치에 있어서, 임피던스정합회로(12)의 복수의 인덕턴스를 프린트기판상의 패턴으로 구성한 실시예를 나타낸 것이다.

도에서, 50은 프린트기판, 120a~121d는 각각 프린트패턴(120a~120d)에 대해서 병렬로 접속된 릴레이이다.

또, 제 30 도는 상기 인덕턴스가변수단을 사용한 방전가공장치의 임피던스 정합의 실시예이며, 12는 임피던스정합회로, 13, 15는 가변콘덴서이다.

다음에 동작에 대해서 설명한다.

제 30 도, 제 31 도에서 릴레이(121a~121d)가 정합회로제어수단에 의해 개방상태로 되면, 프린트패턴(120a~120d)에 의해 인덕턴스가 형성되어 릴레이(121a~121d)의 전환으로 16단계의 인덕턴스중의 어느 것인가를 선택할 수 있다.

각 프린트패턴의 인덕턴스는 프린트패턴(120)의 폭, 길이, 패턴의 형상에 의해 결정된다.

프린트패턴(120a~120d)은 인덕턴스의 계수가 대략 2의 등비급수치를 취하도록 패턴의 형상이 설정되어 있으며, 4개의 프린트패턴의 조합에 따라 16종류의 연속적인 인덕턴스중의 어느 것인가 선택되도록 되어 있다.

또, 실제에는 릴레이(121a~121d)에 저레벨의 인덕턴스가 존재하여 이들의 인덕턴스치의 합성이 인덕턴스치로 되므로 정확한 인덕턴스치의 선택을 하기 위하여, 인덕턴스치로서 좀 적은 값으로 설정하여 정확한 인덕턴스의 선택이 되도록 고려되고 있다.

이와 같이 프린트기판상에 병렬로 된 프린트 패턴간의 인덕턴스는 프린트 패턴의 형상에 따라 쉽게 설계·제조할 수 있으며, 특히 인덕턴스가 적은 영역에서 정밀도의 변화도 적고 고정도의 인덕턴스의 선택을 할 수가 있다.

또한, 상기 실시예에서는 방전가공장치의 임피던스정합회로에 대한 적용예를 나타냈으나 다른 고주파 발진기의 정합회로등의 인덕턴스가변장치로서 사용해도 된다.

다음에 이 발명의 마지막 실시예 17 에 대해서 제 32 도를 사용하여 설명한다.

제 32 도는 임피던스정합회로(12)의 복수의 인덕턴스를 인덕턴스가 다른 복수의 케이블로서 형성한 실시예를 나타낸 것이다.

도에서, 50은 프린트기판, 123a~123d 는 프린트기판상의 단자를 통하여 접속된 길이가 다른 복수의 케이블로서 되어 있고 1단이 닫힌 상태로 되도록 더미단자(58a~58d)에 접속되어 있다.

121a~121d는 각각 단자(59a~59d)를 통하여 케이블(123a~123d)에 접속된 릴레이이다.

동작은 프린트패턴을 사용한 실시예 16 과 같으며, 릴레이(121a~121d)가 정합회로 제어수단에 의해 개방상태가 되면 케이블(123a~123d)에 의해 인덕턴스가 형성되고, 릴레이(121a~121d)의 전환에 의해, 16단계의 인덕턴스중의 어느 것인가를 선택할 수가 있다.

각 케이블의 인덕턴스는 케이블의 길이, 또는 케이블의 종류에 따라 결정된다.

케이블(123a~123d)의 인덕턴스는 인덕턴스치의 계수가 대략 2의 등비급수치를 취하도록 설정되어 있으며 4개의 케이블의 조합으로 16종류의 연속적인 인덕턴스중의 어느 것인가가 선택되도록 되어 있다.

또, 릴레이(121a~121d)에 저레벨의 인덕턴스가 존재하고 이들의 인덕턴스의 합성이 전체의 인덕턴스치로 되므로 정확한 인덕턴스치의 선택을 하기 위해, 인덕턴스의 치로서 좀 적은 값으로 설정하여 정확한 인덕턴스의 선택이 되도록 고려되고 있다.

또한 상기의 케이블로서는 실시예 4 에 나타낸 바와 같은 동축케이블이 일반적으로 정전용량이 크기 때문에, 정전용량이 적은 평행급전선등을 사용하면 좋다.

이와 같은 케이블의 인덕턴스는, 케이블의 길이, 종류에 따라 용이하게 설계·제조되며 기계에 따라 인덕턴스의 미세조정이 필요한 경우등에 유효하다.

이상과 같이 이 발명에 의하면, 마감가공시에, 가공간극에 접속되어 있는 고속가공용 급전선의 정전용량의 영향을 억제하도록 가공간극에 대해서 임피던스 정합을 하므로, 고속가공용 급전선의 정전에너지가 가공간극에 방출안되는 상태로서 가공을 할 수 있으므로 매우 양질의 0.5 μ mRmax 이하의 가공면이 안정되게 얻어지며 가장 좋은 거칠음으로서 0.2 μ mRmax의 경면가공이 가능하게 되는 등의 효과가 있다.

또, 종래와 같은 절연치구에 의해 피가공물과 평면판의 차단·접속을 할 필요가 없고 침적가공에 있어서도 가공특성이 악화되는 일도 없으므로 가공 정도, 조작성, 코스트가 대폭 개선되는 효과가 있다.

또 이 발명에 의하면 직류펄스 전원 또는 바이폴라펄스 전원과 가공간극의 사이에 임피던스 정합회로를 설치하여 방전 발생후에 직류에 앞서 흐르는 가공간극정전용량에 의해 높은 피크의 콘덴서 방전전류가 발생하지 않도록, 가공간극에 대해서 임피던스 정합을 하여 방형파전류만의 방전전류를 발생시켜 가공을 하도록 하였으므로, 특히 기름을 가공액으로 사용한 형조 방전가공등에 있어서, 양질의 가공면이 얻어지고 전극의 소모가 현저히 저감되는 효과가 있다.

또 가공간극에 있어서 정전용량이 클 때에도 양질의 가공면을 얻는 효과가 있다.

또한 이 발명에 의하면 직류펄스 전원 혹은 바이폴라펄스 전원과 가공간극 사이에 임피던스 정합회로를 설치하여 방전발생후에 직류방형파 전류에 앞서 흐르는 가공간극정전용량에 의하여 고피크의 콘덴서 방전전류가 흐른후, 방전소거를 하여 방전아크를 차단하고 콘덴서 방전후에 직류방형파 전류가 계속 되지 않도록 가공간극에 임피던스 정합을 하여 콘덴서 방전전류만의 방전전류를 발생시켜 가공을 하도록 하였으므로, 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷방전과 펄스폭이 커지면 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(카바이드재료등)의 가공에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있는 효과가 있다.

또 이 발명에 의하면 양쪽의 극성에 대해서 각각 독립적으로 설치된 임피던스정합회로에 의해 바이폴라펄스전압의 양쪽 극성에 대하여 각각 개별로 임피던스 정합을 하여 방전가공을 하도록 하였으므로 양쪽의 극성에 대해서 독립적으로 엄밀히 임피던스 정합을 할 수 있게 되므로 양호한 가공특성을 얻을 수 있게 된다.

또한, 이 발명에 의하면 임피던스정합회로에 복수의 콘덴서와 적어도 1개의 코일을 설치하여 상기 복수 콘덴서를 전환하는 전환수단을 구비하고 가공면적과 가공판두께에 따라 정합회로의 복수의 콘덴서가 전환되므로 가공간극에 대해서 임피던스 정합을 하여 가공을 할 수 있고 임피던스 정합회로의 구조가 간단하고 실장이 용이하며 임피던스정합회로의 제어가 매우 용이하게 되어 소형으로 저코스트의 장치가 얻어지는 효과가 있다.

본 발명에 의하면 임피던스정합회로의 복수의 콘덴서가 프린트기판의 패턴 또는 케이블로 구성되므로 콘덴서를 용이하게 설계·제조할 수 있으며 정도의 변화가 없는 고정도의 정전용량의 선택을 할 수 있다.

며, 안정된 마감가공을 실현하는 효과가 있다.

또, 저코스트로 소형의 장치가 얻어지는 효과가 있다.

또한, 이 발명에 의하면, 임피던스정합회로에 있는 복수의 정전용량치의 계수가 대략 2의 등비급수치를 취하게끔 하였으므로 상기 효과에 더하여 선형(linear)인 정전용량의 전환을 할 수 있게 된다.

또, 이 발명에 의하면, 임피던스정합회로의 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단의 정전용량의 영향을 보상하는 양만큼, 상기 복수의 콘덴서의 각각의 값을 증가된 값으로 미리 설정하였으므로, 전환수단의 정전용량의 영향을 억제할 수 있게 되어 상기 효과에 더하여 정전용량의 합계치가 정확히 변화하게 된다.

또 이 발명에 의하면, 바이패스회로에 의해 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스전압을 가공간극에 인가하여 방전을 발생시켜, 방전이 발생한 후에 직류방형파전류에 앞서 흐르는 가공간극 정전용량에 의한 콘덴서 방전전류가 발생되지 않도록 가공간극에 대해서 임피던스 정합을 하여 방형파전류만의 방전전류를 발생시켜 방전가공을 하므로 특히 기름을 가공액으로 사용한 형조방전가공 등에서 양질의 가공면이 얻어지며, 전극의 소모가 현저히 저감되는 효과가 있다.

또, 가공간극정전용량이 큰 경우에도 양질의 가공면을 얻는 효과가 있다.

또 이 발명에 의하면, 바이패스회로에 의해 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스전압을 가공간극에 인가하여 방전을 발생시켜, 방전발생후에 직류방형파전류에 앞서 흐르는 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류후에 방전아크를 차단하여 방형파전류가 계속 되지 않도록, 가공간극에 대해서 임피던스 정합을 하여 콘덴서 방전전류만의 방전전류를 발생시켜 방전가공을 하므로, 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷 방전가공과 펄스폭이 커질때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(카바이드재료등)의 가공에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있는 효과가 있다.

또한 이 발명에 의하면, 가공간극에 병렬로 삽입된 저항과 코일로 된 직렬 회로에 의해 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류후에 방전아크를 차단하여 방형파전류가 계속 되지 않도록 하여 콘덴서 방전전류만의 방전전류를 발생시켜서 가공을 하도록 구성하였으므로, 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷 방전가공과 펄스폭이 커질때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(카바이드재료등)의 가공에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있는 효과가 있다.

또, 이 발명에 의하면, 가공간극에 병렬로 삽입된 저항과 코일로 된 직렬회로를 구비한 상태에서, 직류펄스를 공급하기 위한 스위칭소자가 소정시간 고주파에서 ON·OFF 동작을 반복함으로써 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류후에 방전아크를 차단하고 방형파전류가 계속되지 않도록 하여 콘덴서 방전전류만의 방전전류를 발생시켜 가공을 하도록 구성하였으므로, 특히 물을 가공액으로 사용하는 와이어컷 방전가공과, 펄스폭이 커질때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(카바이드재료등)의 가공에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있는 효과가 있다.

또 이 발명에 의하면, 가공간극에 병렬로 삽입된 저항과 스위칭소자로 된 직렬회로의 스위칭소자를 방전 직후 ON으로 함으로써 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류후에, 방전아크를 차단하고 방형파전류가 계속 되지 않도록 하여 콘덴서 방전전류만의 방전전류를 발생시켜 가공을 하도록 구성하였으므로, 특히 물을 가공액으로 사용한 와이어컷방전가공과 펄스폭이 커질때 크랙등의 결함이 발생하기 쉬운 재료(카바이드재료등)의 가공에 있어서 양질의 가공면을 얻을 수 있는 효과가 있다.

또한, 이 발명에 의하면, 임피던스정합회로의 복수의 인덕턴스를 프린트기판의 패턴 또는 케이블의 인덕턴스로 구성하였으므로, 인덕턴스를 용이하게 설계·형성할 수 있고 정도의 변화가 적게 고정도의 인덕턴스의 전환을 할 수 있으며 안정된 마감가공을 실현하는 효과가 있다.

또, 저코스트로 소형의 장치가 얻어지는 효과가 있다.

또 이 발명에 의하면, 상기 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단의 인덕턴스의 영향을 보정하는 양만큼, 상기 복수의 인덕턴스의 각각의 값을 저감한 값으로 미리 설정하는 구성으로 하였으므로, 전환수단의 인덕턴스의 영향을 억제할 수 있게 되어 상기 효과에 더하여 인덕턴스의 합계치가 정확히 변화할 수 있게 된다.

또, 이 발명에 의하면, 방전가공장치의 임피던스정합회로 등에 사용된 정전용량가변장치의 복수의 콘덴서를 프린트기판의 패턴 또는 케이블의 정전용량으로 구성하였으므로, 콘덴서를 용이하게 설계·형성할 수 있으며 정도의 변화는 적고 고정도의 정전용량의 전환을 할 수 있으며, 안정된 마감가공을 실현하는 효과가 있다.

또 저코스트이고 소형의 장치를 얻을 수 있는 효과가 있다.

또한, 상기 정전용량가변장치의 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단의 정전용량의 영향을 보상하는 양만큼, 상기 복수의 콘덴서의 각각의 값을 증가된 값으로 미리 설정하였으므로, 전환수단의 정전용량의 영향을 억제할 수 있게 되어 상기 효과에 더하여 콘덴서용량의 합계치가 정확히 변화하게 된다.

또, 이 발명에 의하면, 방전가공장치의 임피던스정합회로등에 사용되는 인덕턴스가변장치의 복수의 인덕턴스를 프린트기판의 패턴 또는 케이블의 인덕턴스로 구성되었으므로, 인덕턴스를 용이하게 설계·형성할 수 있으며 정도의 변화가 적고 고정도의 인덕턴스의 전환을 할 수 있으며, 안정된 마감가공을 실현하는 효과가 있다.

또 저코스트이며 소형의 장치가 얻어지는 효과가 있다.

또, 이 발명에 의하면, 상기 인덕턴스가변장치의 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단의 인덕턴스의 영향을 보상하는 양만큼, 상기 복수의 인덕턴스의 각각의 값을 저감된 값으로 미리 설정하였으므로, 전환수단의 인덕턴스의 영향을 억제할 수 있어 상기의 효과에 더하여 인덕턴스의 합계치가 정확히 변화하게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 전극과 피가공물간에 형성되는 가공간극에 고피크전류를 공급하여 고가속가공을 하며 상기 가공간극에 교류고주파전류를 공급하여 마감가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

전극과 피가공물의 한쪽끝에 전기적으로 접속된 고속가공급전선과;

전극과 피가공물의 한쪽끝에 전기적으로 접속된 교류고주파가공 급전선과;

고속가공에 있어 상기 고속가공급전선을 통하여 상기 가공간극에 고피크전류를 공급하는 고속가공전원과;

마감가공에 있어, 상기 교류고주파 가공급전선을 통하여 가공간극에 교류 고주파전류를 공급하는 교류고주파 가공전원과;

마감가공에 있어 전극과 피가공물간에 전기적으로 접속된 고속가공급전선의 정전용량의 영향을 억제하기 위하여 가공간극에 대해 임피던스 정합을 하는 임피던스정합회로로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 2. 제 1 항에 있어서,

상기 교류고주파 가공전원은 약 7~30MHz의 주파수 범위에서 동작하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 3. 전극과 피가공물사이에 콘덴서로 형성된 가공간극에 직류펄스전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

직류 방형파전류를 공급하기 위한 직류펄스전원 수단과;

상기 직류펄스전원수단과 상기 가공간극 사이에 방전이 발생한 후 직류방형파전류에 앞서 흐르는 상기 가공간극정전용량에 의해 콘덴서 방전전류가 발생하지 않도록 상기 가공간극에 대해서 임피던스 정합을 하는 임피던스 정합회로를 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 4. 전극과 피가공물사이에 콘덴서로 형성된 가공간극에 바이폴라펄스전압을 인가하면서 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

바이폴라직류방형파전류를 공급하기 위한 바이폴라펄스전원 수단과;

상기 바이폴라펄스전원수단과 상기 가공간극사이의 한쪽의 극성에서 방전이 발생한 후 직류방형파전류에 앞서 흐르는 가공간극정전용량에 의한 콘덴서 방전전류가 발생하지 않도록 상기 가공간극사이에 임피던스정합을 하는 임피던스 정합회로를 설치하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 5. 전극과 피가공물사이에 콘덴서로 형성된 가공간극에 바이폴라펄스전압을 인가하면서 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

바이폴라직류방형파전류를 공급하기 위한 바이폴라펄스전원수단과;

한쪽의 극성에서 방전이 발생한 후 직류방형파전류를 앞서 상기 가공간극 정전용량에 의한 콘덴서 방전전류후에 방전아크를 차단하고 방형파전류가 계속 흐르지 않도록 가공간극에 대해서 임피던스정합을 하도록 상기 임피던스 정합회로를 상기 바이폴라펄스전원수단과 상기 가공간극사이에 설치하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 6. 제 4 항에 있어서,

상기 임피던스정합회로는 양쪽의 극성에 대하여 서로 각각 독립적으로 설치되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 7. 제 5 항에 있어서,

상기 임피던스정합회로는 양쪽의 극성에 대하여 서로 각각 독립적으로 설치되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 8. 전극과 피가공물간에 형성된 가공간극에 교류고주파전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

상기 전압을 공급하는 전원수단과;

복수의 정전용량수단과 적어도 1개의 인덕턴스수단과 복수의 정전용량을 전환하여 임피던스정합을 하는 전환수단으로된 상기 전원과 상기 가공간극사이에 있는 임피던스정합회로로 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 9. 제 8 항에 있어서,

상기 정전용량수단은 프린트기판의 패턴에 의해 형성된 정전용량으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 10. 제 8 항에 있어서,

상기 정전용량수단은 케이블에 의해 형성된 정전용량으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 11. 제 8 항에 있어서,

임피던스정합회로에 있어서 상기 복수의 정전용량수단은 계수가 약 2인 등비급수치를 갖는 것을 특징으로

로 하는 방전가공장치.

청구항 12. 제 8 항에 있어서,

상기 임피던스정합회로에서 복수의 정전용량수단사이를 전환하기 위한 전환수단의 정전용량의 영향을 보상하는 만큼 복수의 정전용량수단의 설정치를 증가시키는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 13. 전극과 피가공물간에 형성된 가공간극에 적어도 하나의 직류 펄스전압 또는 바이폴라전압으로된 펄스전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

상기 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스전압을 공급하는 전원과;

상기 전원과 상기 가공간극사이에 설치된 임피던스 정압회로와;

상기 임피던스 정합회로를 완전히 접속, 차단하기 위해 상기 임피던스정합회로에 직렬로 삽입된 스위칭소자와;

상기 임피던스정합회로와 상기 스위칭소자로 된 직렬회로와 병렬로 접속된 바이패스회로로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 14. 전극과 피가공물간에 형성된 가공간극에 적어도 하나의 직류펄스전압 또는 바이폴라전압으로 펄스전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

상기 직류펄스전압 또는 바이폴라펄스전압을 공급하는 전원과;

상기 전원과 상기 가공간극사이에 설치된 임피던스 정압회로와;

상기 임피던스정합회로와 병렬로 접속된 바이패스회로와;

상기 바이패스회로를 완전히 접속, 차단하기 위해 상기 바이패스회로에 직렬로 삽입된 스위칭소자로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 15. 전극과 피가공물간에 형성된 가공간극에 직류펄스전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

저항과 인덕턴스의 직렬회로로 되고 상기 가공간극에 병렬로 접속되어 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 16. 제 15 항에 있어서,

상기 직류펄스를 공급하도록 작동하는 스위칭소자와, 고주파전환을 하기 위한 구동장치를 설치하여, 소정시간동안 고주파에서 ON·OFF 동작을 반복한 후 소정시간의 휴지시간을 가지고 가공을 하는 것을 특징으로 하는 방전 가공장치.

청구항 17. 제 15 항에 있어서,

상기 직렬회로는 방전후 ON되는 스위칭소자로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 18. 전극과 피가공물간에 형성된 가공간극에 교류고주파전압을 인가하면서 피가공물의 가공을 하는 방전가공장치에 있어서;

상기 전압을 공급하는 전원수단과;

상기 전원과 상기 가공간극사이의 임피던스 정합회로를 구비하고, 상기 임피던스정합회로는 복수의 인덕턴스 수단으로 구성되며, 상기 복수의 인덕턴스수단을 전환하여 임피던스 정합을 하기 위한 전환수단으로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 19. 제 18 항에 있어서,

상기 인덕턴스수단을 프린트기판에 형성된 패턴을 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 20. 제 18 항에 있어서,

상기 인덕턴스수단은 복수의 케이블로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 21. 제 18 항에 있어서,

상기 임피던스정합회로에 있어서 복수의 인덕턴스수단사이를 전환하기 위한 전환수단의 인덕턴스의 영향을 보상하는 만큼 복수의 인덕턴스수단의 각각의 값을 저감시킨 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 22. 복수의 정전용량사이를 전환함으로써, 정전용량의 변경을 하는 정전용량가변장치를 이용한 방전가공장치에 있어서, 프린트 기판상의 패턴에 의해 복수의 정전용량을 형성하는 형성수단과, 상기 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단으로 정전용량가변장치를 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 23. 복수의 정전용량사이를 전환함으로써, 정전용량의 변경을 하는 정전용량가변장치를 이용한 방전가공장치에 있어서, 복수의 케이블로 복수의 정전용량을 형성하는 형성수단과, 상기 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단으로 정전용량가변장치를 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 24. 제 22 항에 있어서,

상기 정전용량 가변장치는,

상기 프린트기판상의 패턴 또는 복수의 케이블로 형성된 복수의 정전용량을 전환하는 전환수단의 정전용

량의 영향을 보상하는 량만큼, 프린트기판상의 패턴 또는 복수의 케이블로 형성한 복수의 정전용량의 각각의 값을 증가된 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 25. 복수의 인덕턴스사이를 전환하여 인덕턴스를 변경하는 인덕턴스가변장치를 이용한 방전가공장치에 있어서, 프린트기판상에 패턴에 의해 복수의 인덕턴스를 형성하는 형성수단과, 상기 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단으로 인덕턴스 가변장치를 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 26. 복수의 인덕턴스를 전환하여 인덕턴스를 변경하는 인덕턴스가변장치를 이용한 방전가공장치에 있어서, 복수의 케이블에 의해 복수의 인덕턴스를 형성하는 형성수단과, 상기 복수의 인덕턴스를 전환하는 전환수단으로 인덕턴스 가변장치를 구성하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 27. 제 25 항에 있어서,

상기 인덕턴스 가변장치는

상기 프린트기판상의 상기 패턴에 의해 형성된 상기 복수의 인덕턴스사이를 전환하는 상기 전환수단의 영향을 보상하는 량만큼 프린트기판상의 패턴에 의해 형성된 복수의 인덕턴스의 각각의 값을 저감된 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 28. 제 25 항에 있어서,

상기 인덕턴스 가변장치는

상기 복수의 케이블에 의해 형성된 상기 복수의 인덕턴스사이를 전환하는 상기 전환수단의 영향을 보상하는 량만큼 복수의 케이블에 의해 형성된 복수의 인덕턴스의 각각의 값을 증가된 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 29. 고속으로 피가공물의 가공을 위해 고속가공급전선을 통하여 전극과 피가공물사이에 형성된 가공간극에 고피크 전류를 공급하며 고정도로 피가공물을 마감가공하기 위해 교류 고주파가공급전선을 통하여 상기 가공간극에 교류고주파 전류를 공급하는 방전가공장치의 방전가공방법에 있어서,

마감가공에 있어 가공간극에 접속된 고속가공 급전선의 임피던스의 영향을 억제하기 위해 가공간극에 임피던스 정합을 시행하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치의 방전가공방법.

청구항 30. 제 29 항에 있어서,

상기 임피던스 정합을 얻기 위해 복수의 임피던스를 전환하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치의 방전가공방법.

청구항 31. 제 30 항에 있어서,

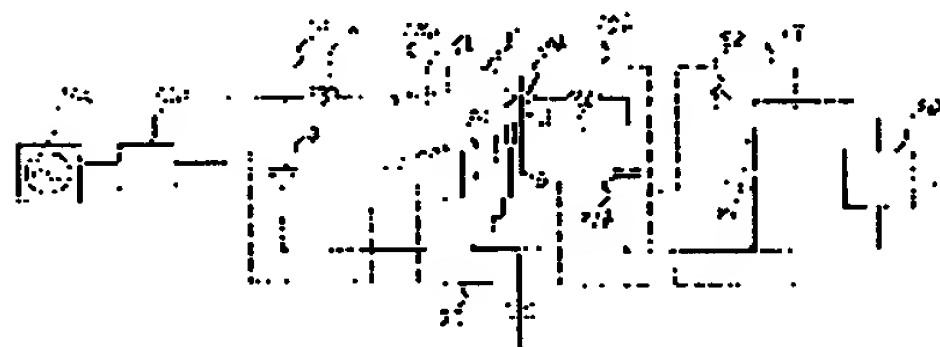
전환장치자체의 임피던스를 고려하여 복수 임피던스를 전환하며 적절한 정합치를 선택하는것을 특징으로 하는 방전가공장치의 방전가공방법.

청구항 32. 제 31 항에 있어서,

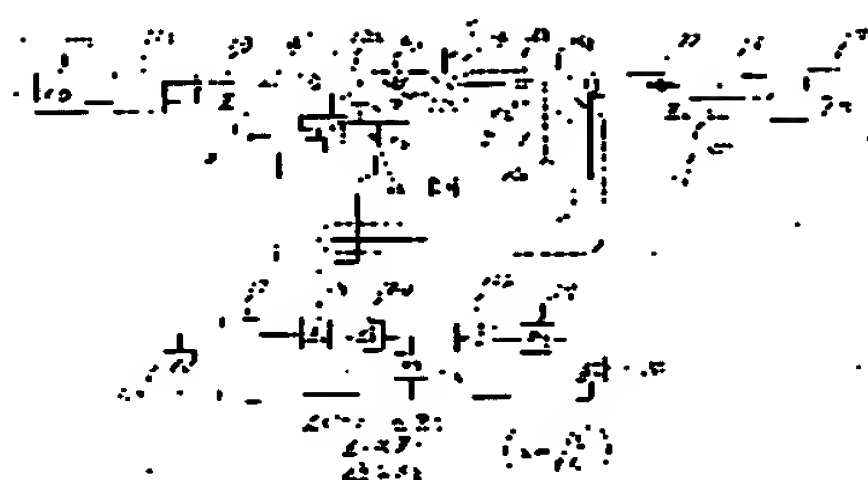
상기 바이폴라펄스전원의 2개 극성의 각각에 대하여 상기 임피던스정합을 분리시행하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치의 방전가공방법.

도면

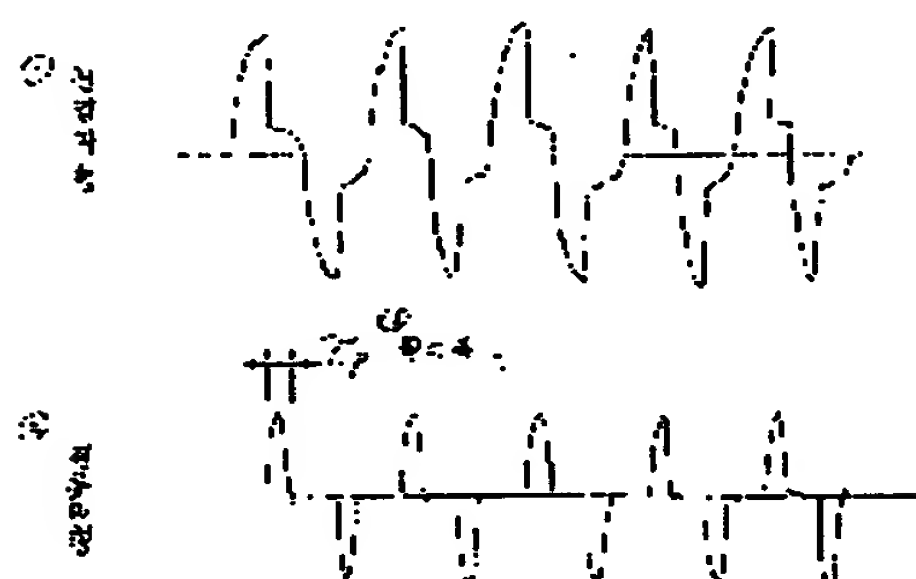
도면1



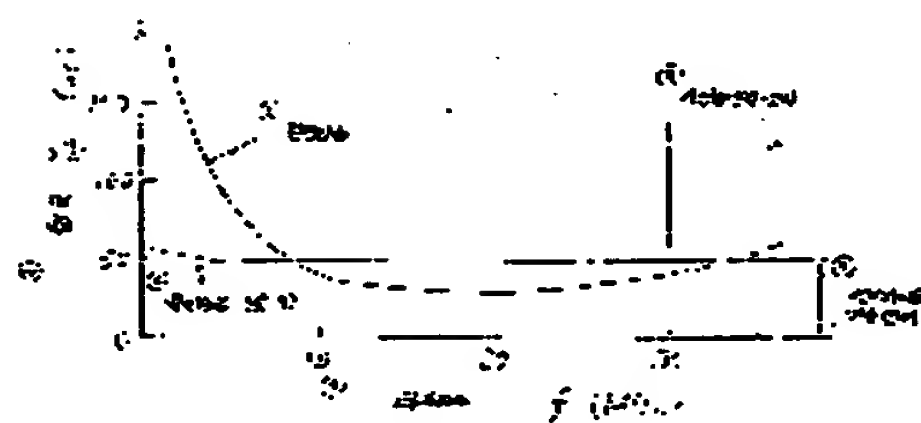
도 2



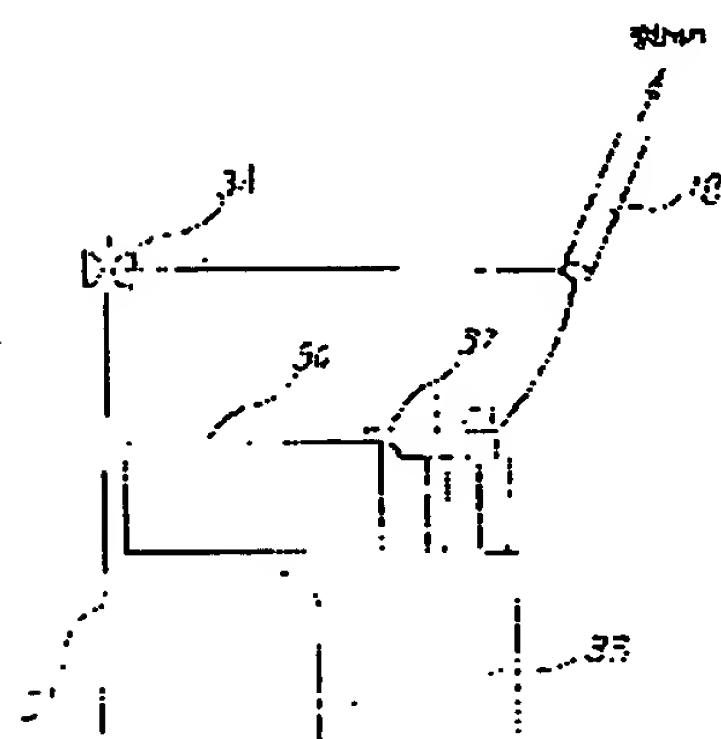
도 3a



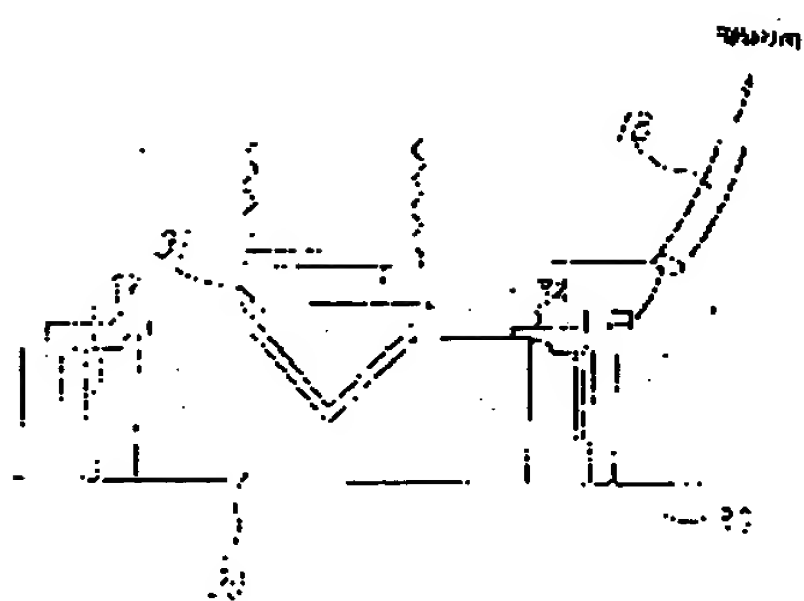
도 3b



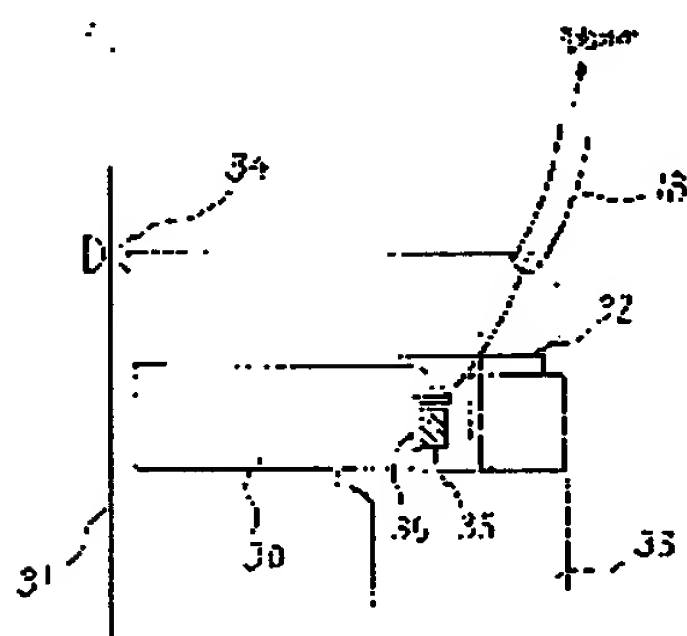
도 4a



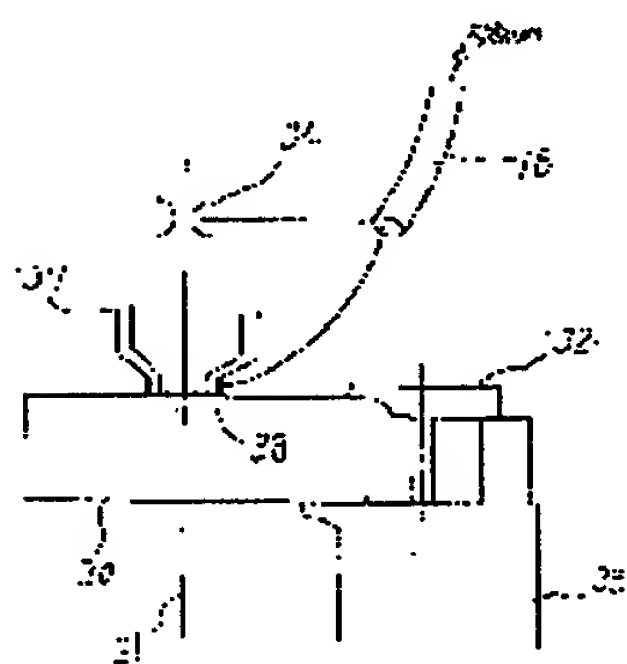
도 4b



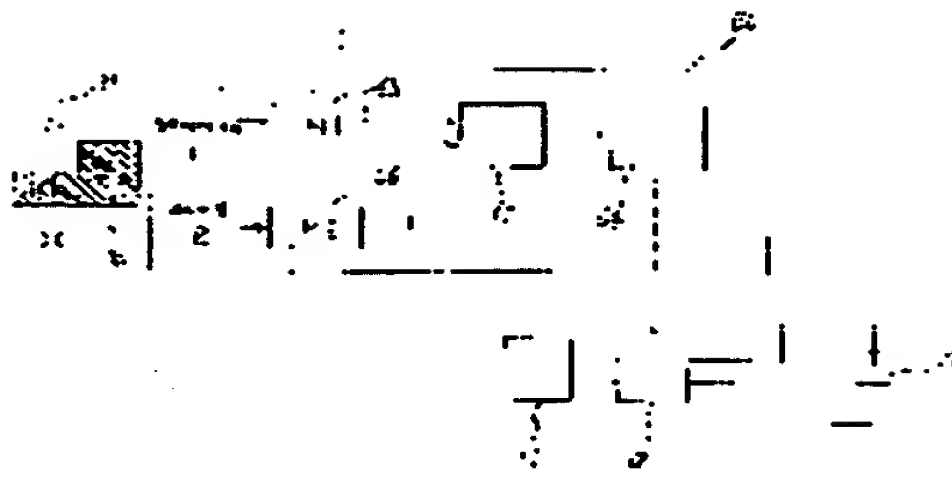
도 5



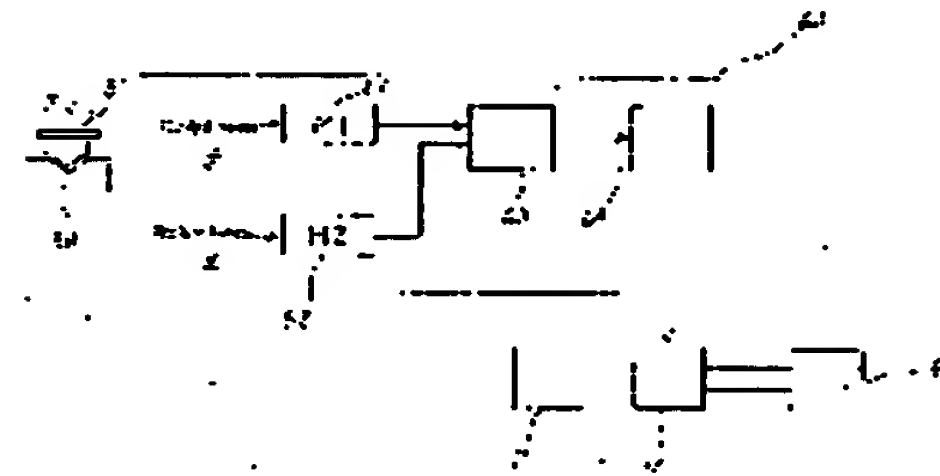
도 6



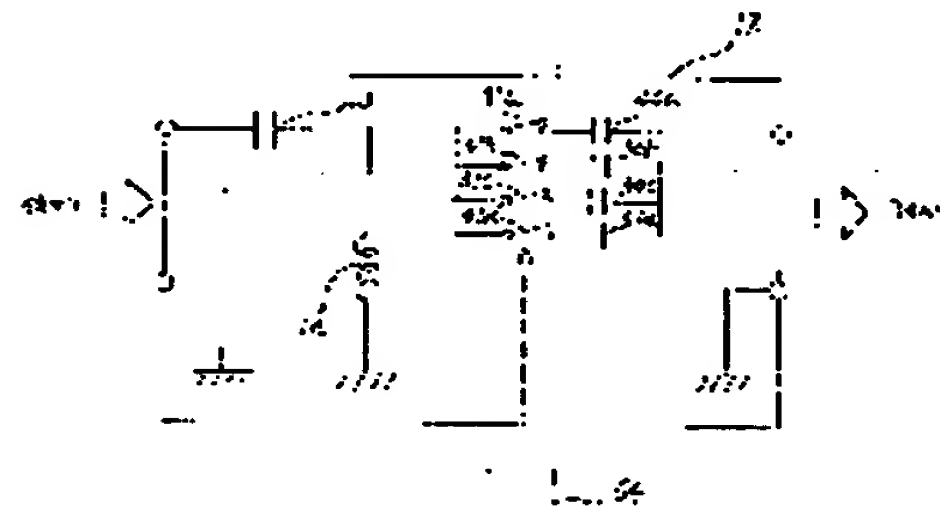
도면7



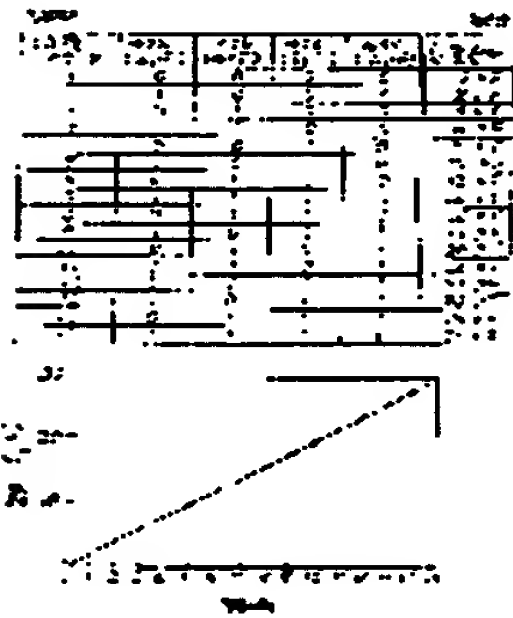
도면8



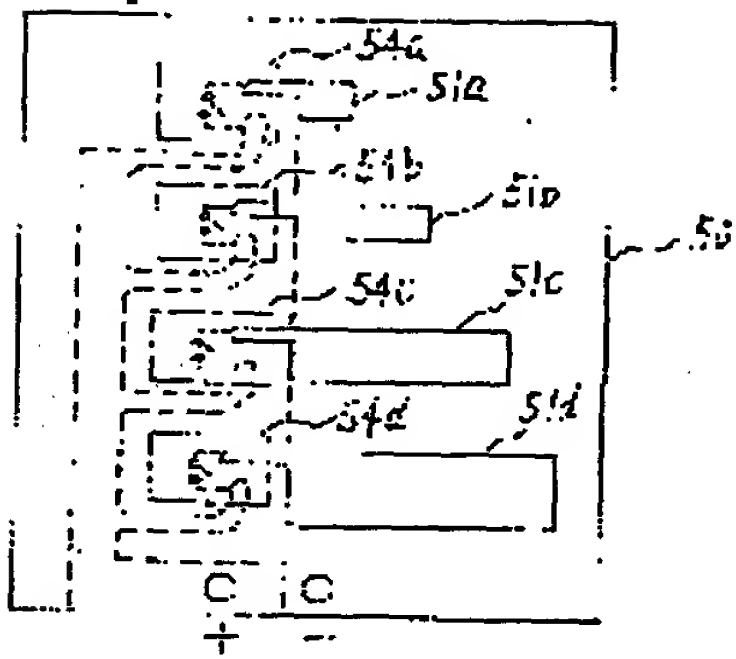
도면9



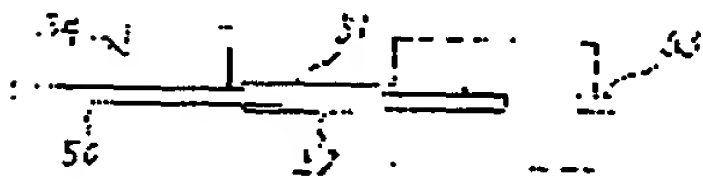
도면10



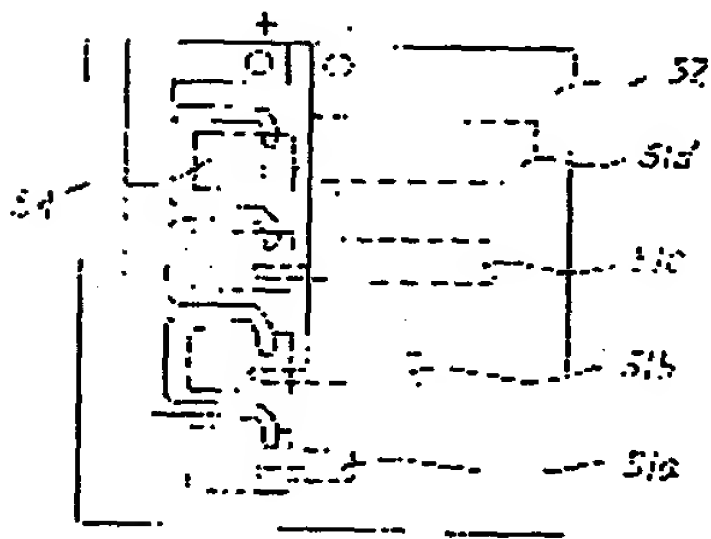
도면 11a



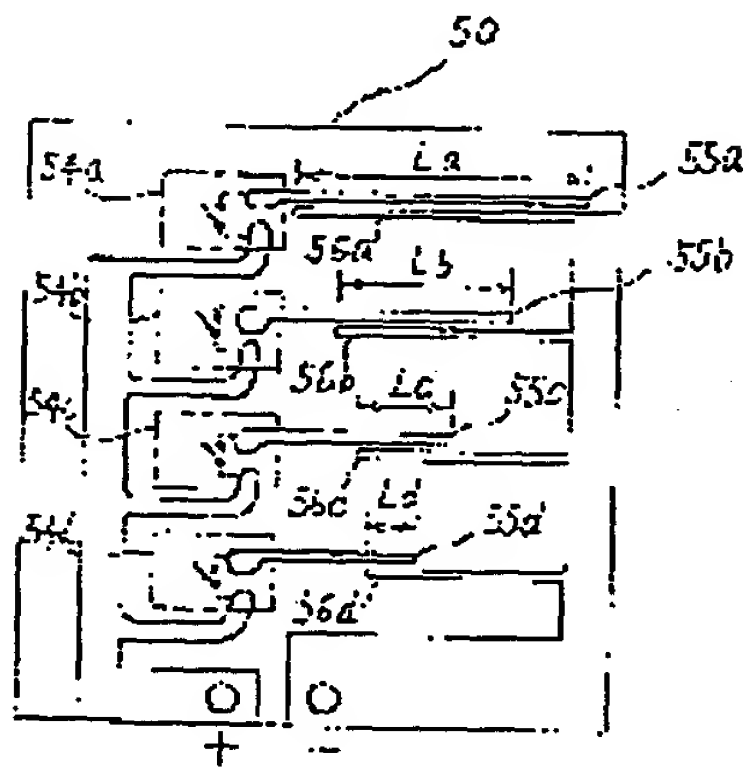
도면 11b



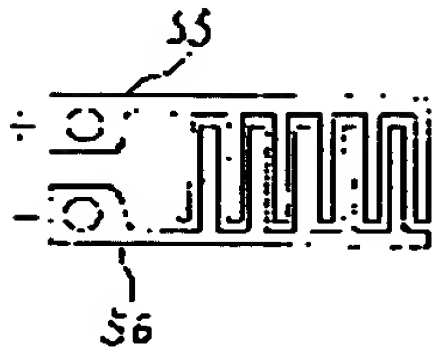
도면 11c



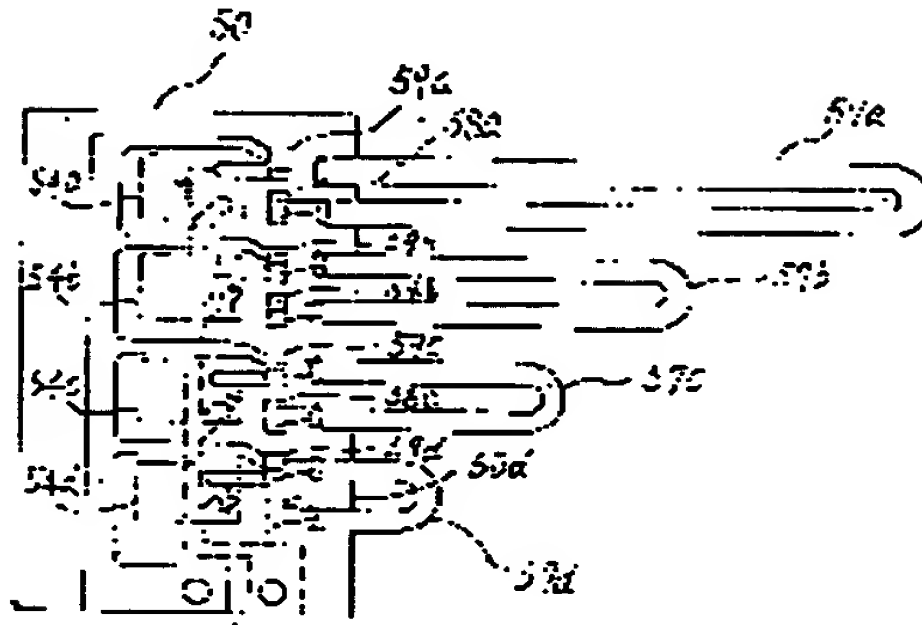
도면 12



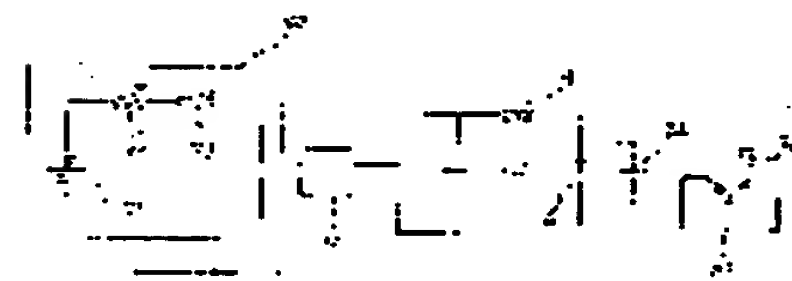
도면13



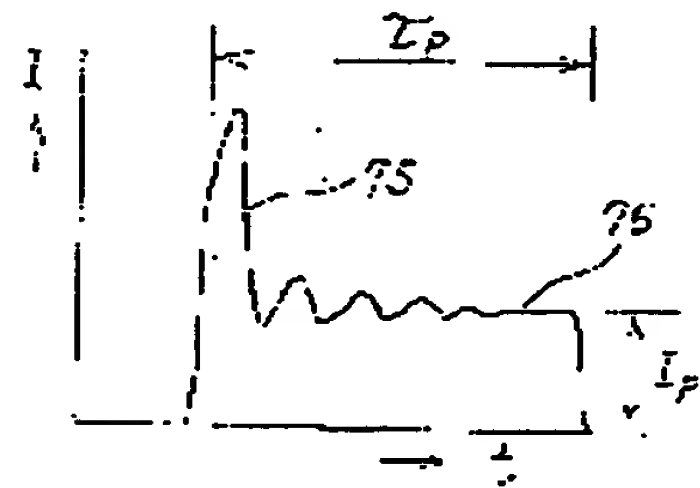
도면14



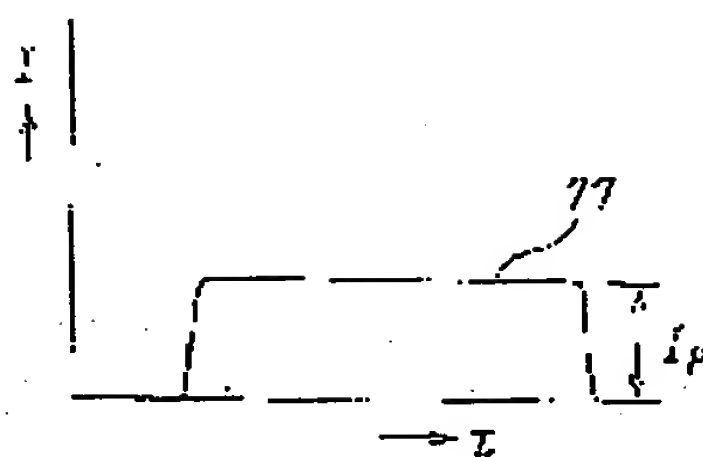
도면15



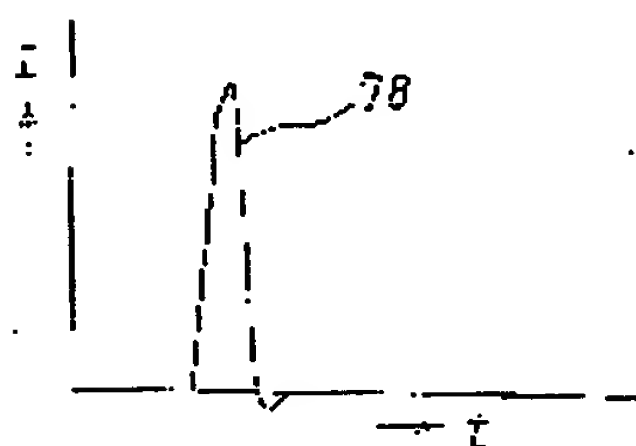
도면16a



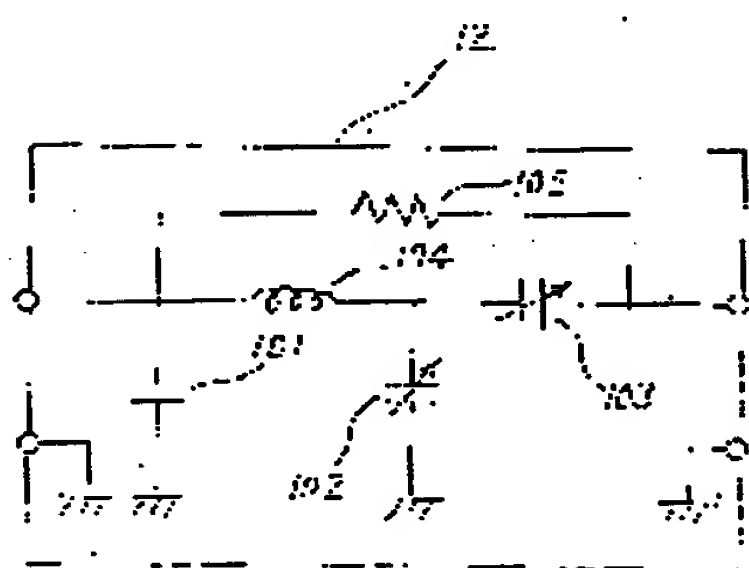
도면16b



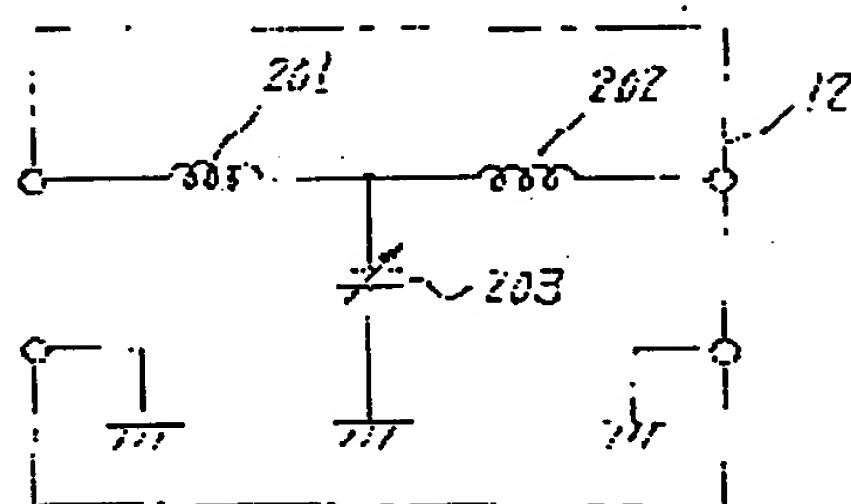
도면16c



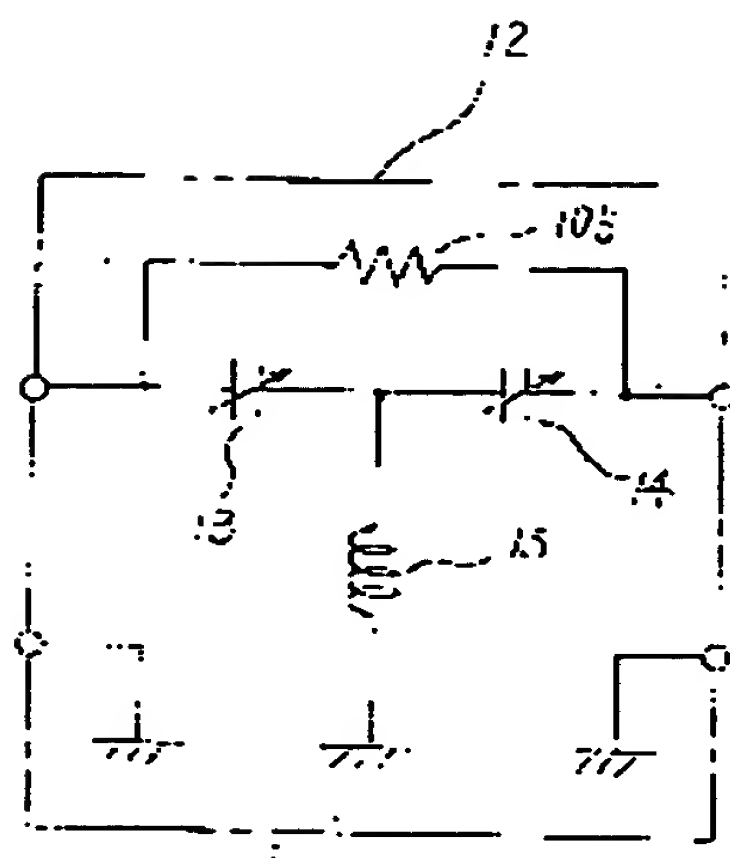
도면17



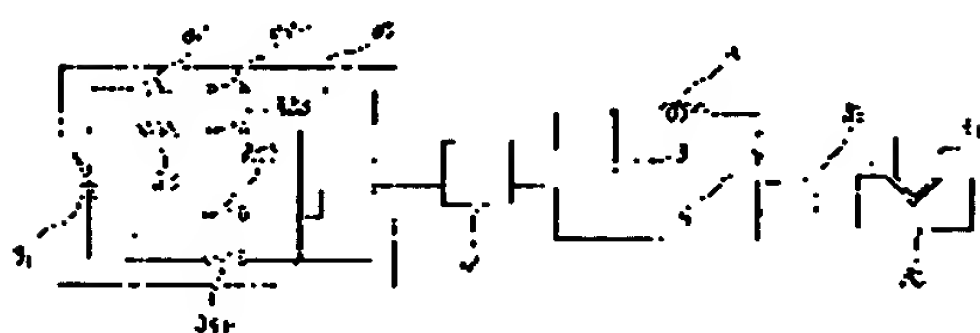
도면18



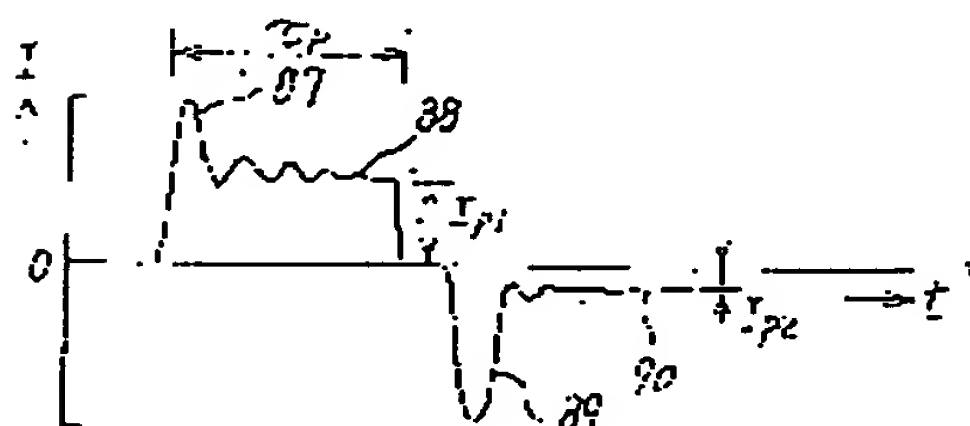
도면19



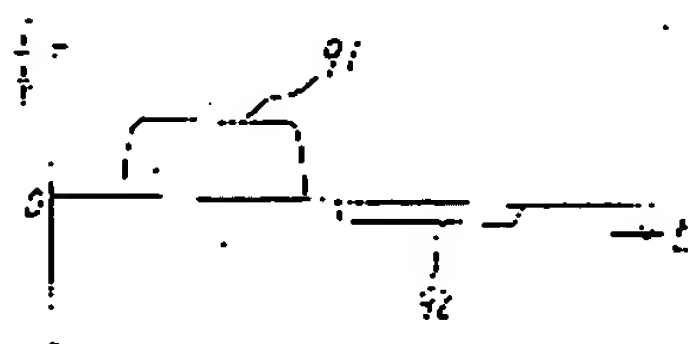
도면20



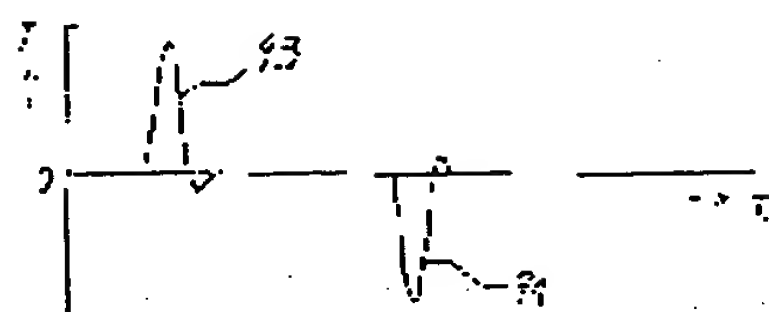
도면21a



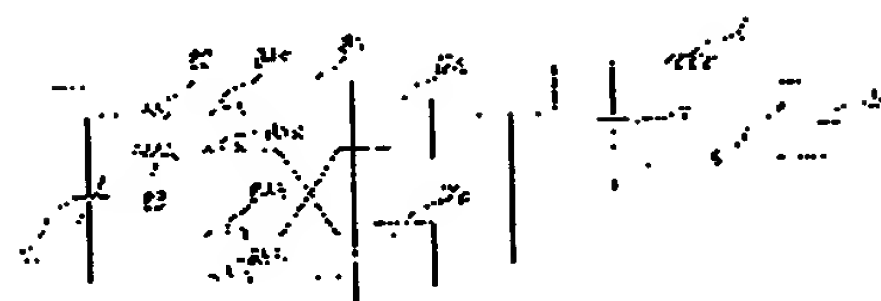
도면21b



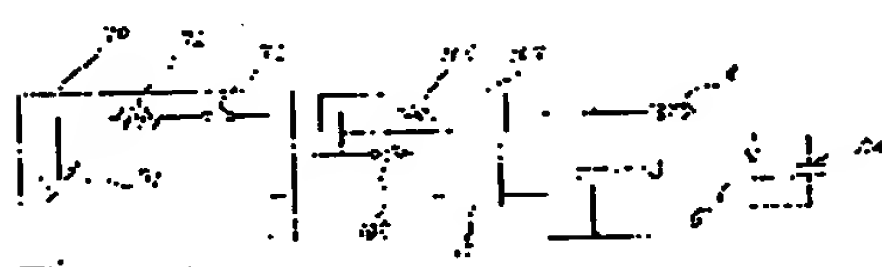
도 210



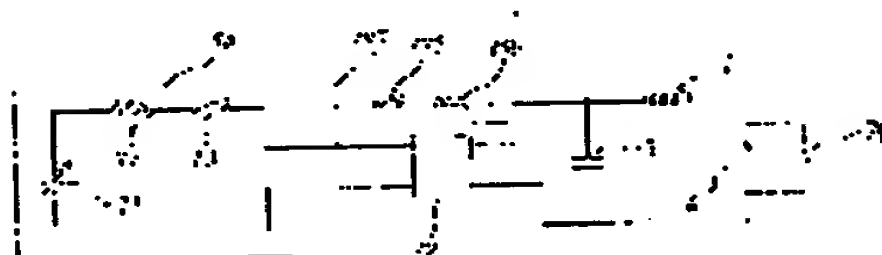
도 212



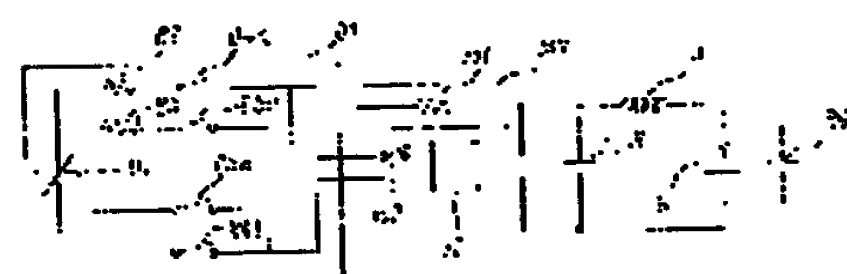
도 213



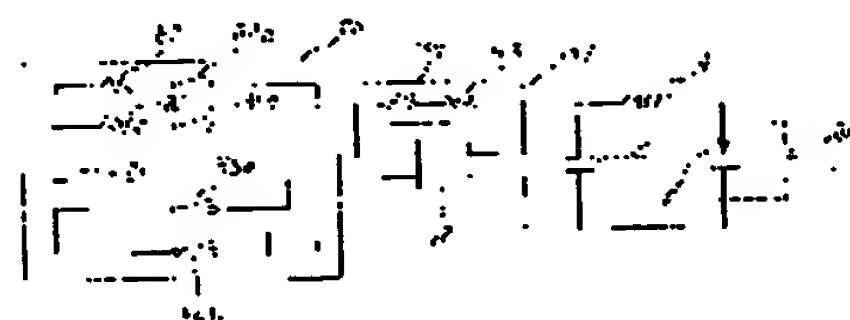
도 214



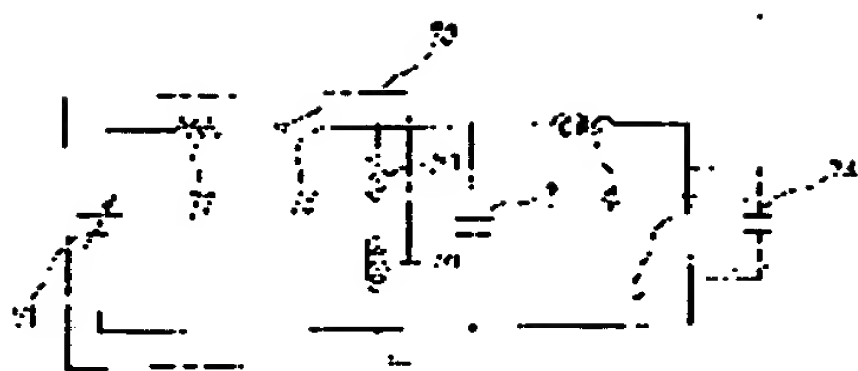
도 215



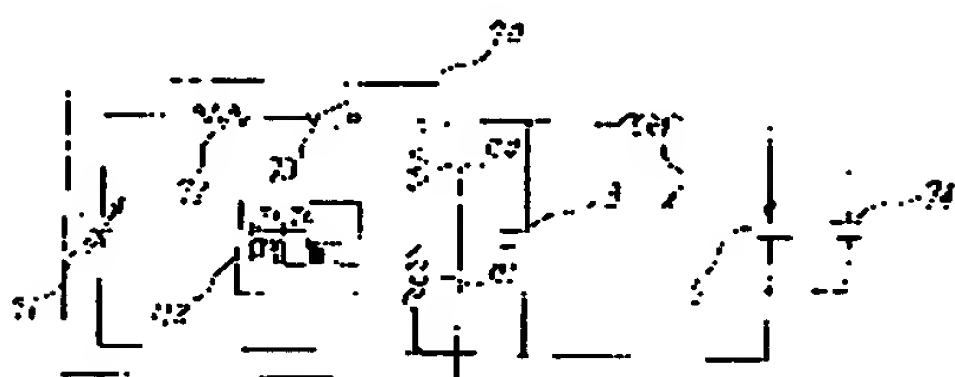
도 216



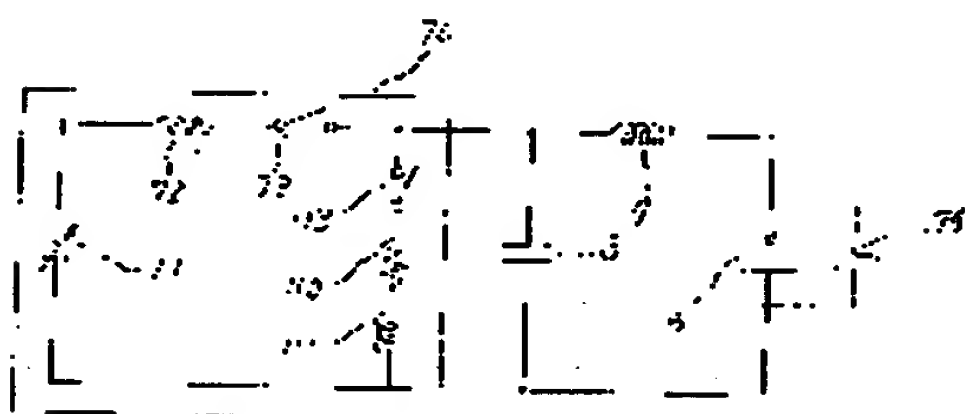
도 27



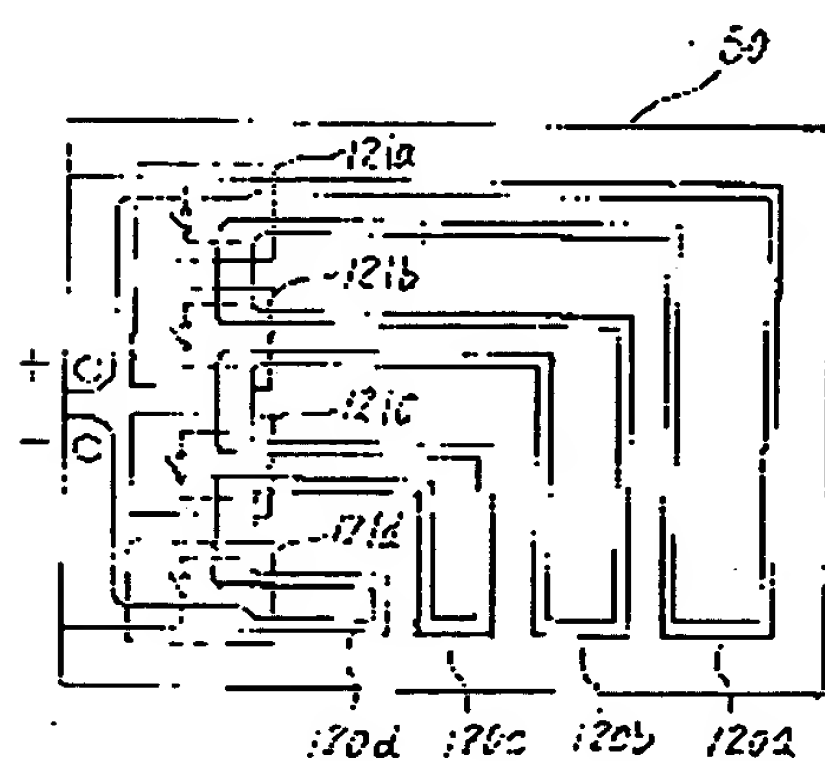
도 28



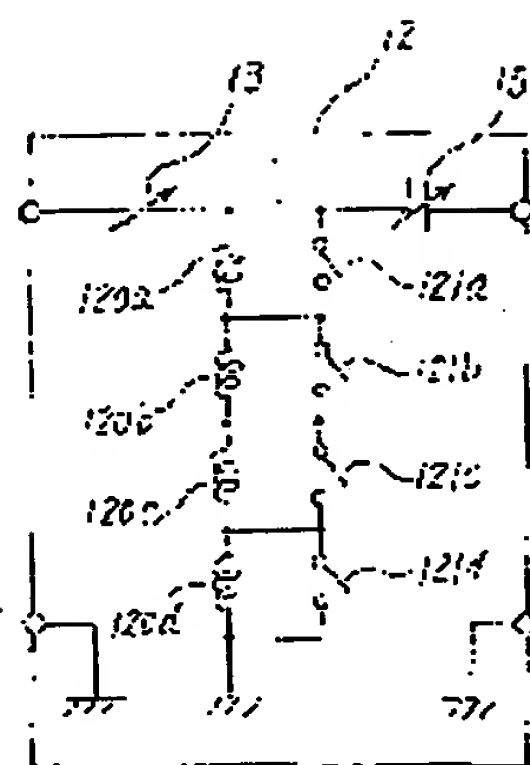
도 29



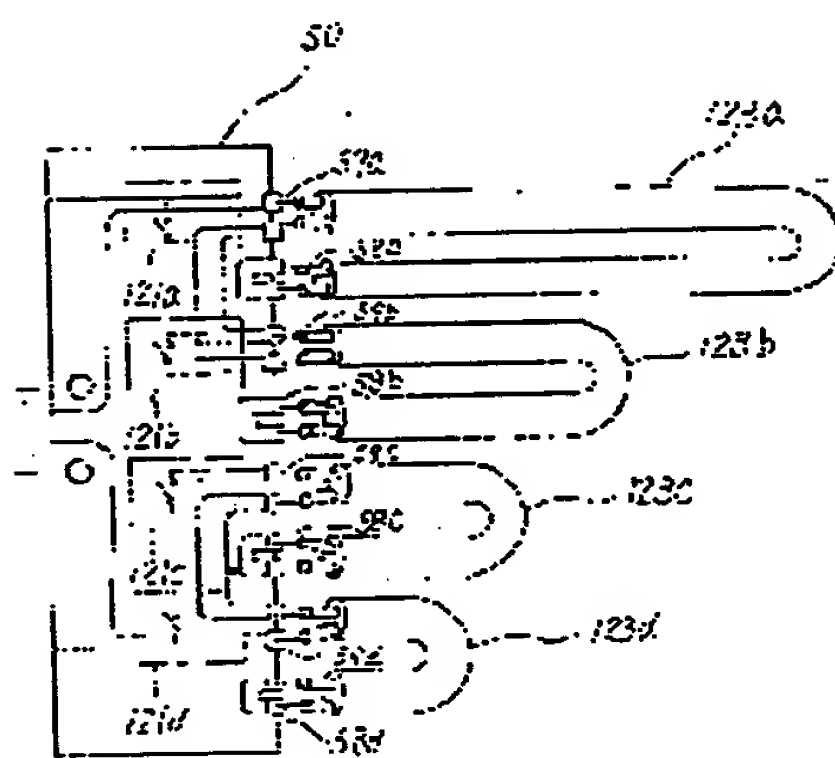
도 30



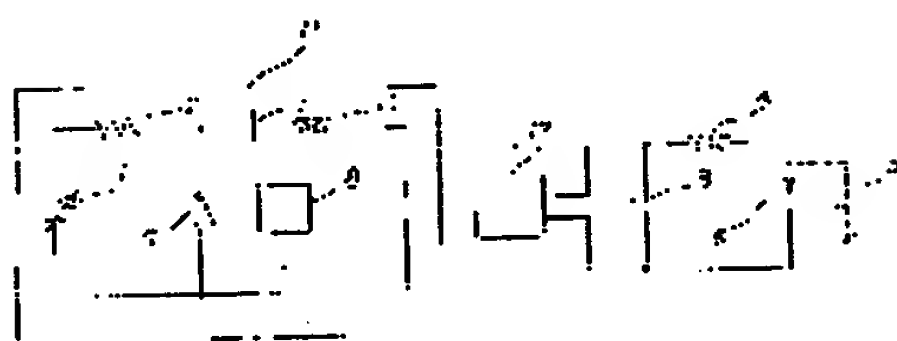
도 31



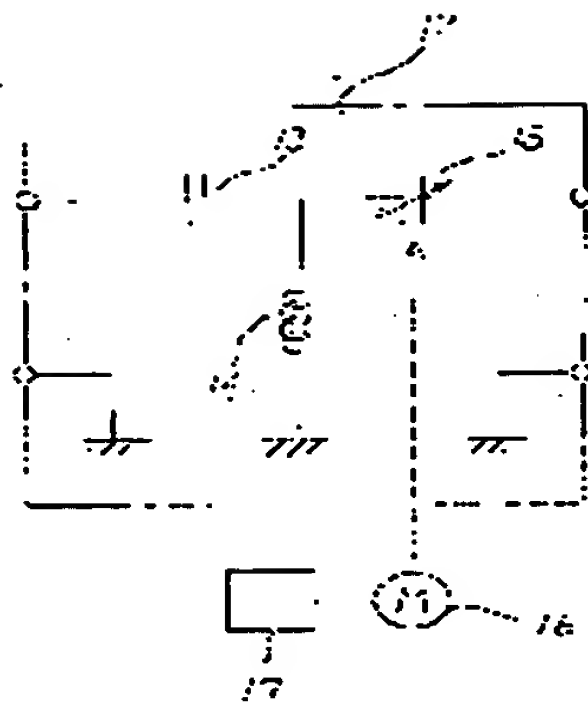
도 32



도 33



도 34



도 35

